

MANUAL DEL TÉCNICO TEQUILERO



CONSEJO REGULADOR del
TEQUILA®

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni registrada en, o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, o por escrito del Consejo Regulador del Tequila (CRT).

**Primera edición, enero 2019
D.R. © Consejo Regulador del Tequila ISBN:
Guadalajara, Jalisco, México.**

CONTENIDO

Prólogo	5
1.- Panorámica actual de la industria tequilera	7
<i>Dr. José Luis Orozco Martínez</i>	
2.- El CRT, LFMN, su Reglamento y las NOM.....	40
<i>MPT. Floriberto Miguel Cruz</i>	
3.- Sistema de propiedad industrial en México y su importancia en la industria tequilera. Un panorama práctico de la materia	81
<i>Mtra. Larisa Cruz Ornelas y Lic. Ricardo Ramírez Gamboa</i>	
4.- Agave, materia prima del Tequila.....	128
<i>Dr. José Ignacio del Real Laborde</i>	
5.- Hidrólisis de la inulina contenida en el agave de la especie Tequilana Weber variedad azul.....	158
<i>Ing. Benjamín García Durán</i>	
6.- Molienda y extracción en la industria tequilera.....	171
<i>Ing. Benjamín García Durán</i>	
7.- Uso de los derivados del maíz en el proceso del Tequila.....	187
<i>Ing. Gabriel Brown Valencia</i>	
8.- Selección y propagación de levaduras, formulación de mostos y mecanismos de fermentación	225
<i>Dra. Dulce María Díaz Montaña</i>	
9.- Principios de operación en la destilación del Tequila.....	260
<i>Dr. Juan Villafaña Rojas</i>	
10.- Mecanismos de maduración del Tequila.....	289
<i>Dr. Rafael Ayala Magdaleno.</i>	
11.- Manejo y control de graneles.....	311
<i>Ing. Benjamín García Durán</i>	

CONTENIDO

12.- Balances y eficiencias de proceso	319
<i>M. en C. Arturo Fuentes Cortés</i>	
13.- Proceso de envasado del Tequila	332
<i>Ing. José Luis Alvarado Hernández.</i>	
14.- Evaluación sensorial	349
<i>Dr. Héctor Escalona Buendía</i>	
15.- Tecnologías de filtración en la industria tequilera	385
<i>Ing. Antonio Sánchez Loredó</i>	
16.- Etiquetado del Tequila y bebidas alcohólicas que contienen Tequila	421
<i>MPT. Floriberto Miguel Cruz</i>	
17.- Manejo, operación y tratamiento de calderas	444
<i>Ing. José Manuel Arreola Prado</i>	
18.- Normatividad aplicable al manejo de vinazas y bagazo	483
<i>QFB. Martín Muñoz Sánchez</i>	
19.- Problemática y manejo de la vinaza tequilera	503
<i>M en C. Pedro Enrique Farfán Trejo</i>	
20.- Opciones sustentables de manejo y aprovechamiento del bagazo de agave y vinazas	525
<i>Dr. Gilberto Iñiguez Covarrubias</i>	
21.- Administración de laboratorios de ensayo y calibración	552
<i>Biol. Luis Alejandro García Páez</i>	
22.- Sistemas de inocuidad y HACCP para la industria tequilera	567
<i>M en DOH. Raymundo René Jasso Hinojosa</i>	
23.- Introducción a la comercialización de Tequila	623
<i>Lic. Bertha González Nieves</i>	

PROLOGO



En las páginas de este manual, el lector encontrará una síntesis actualizada del Diplomado Técnico Tequilero que inició en mayo de 2009, con objeto de reunir y potenciar el acervo tecnológico e iniciar el proceso de transferencia de conocimientos de fabricación del Tequila para generar recursos humanos reconocidos y capaces de operar plantas productoras de Tequila.

Sin embargo, este proyecto fue más allá y nos ha permitido demostrar que es posible la vinculación entre la industria, la academia y las instituciones de gobierno que promueven la competitividad del sector productivo. Hemos dejado claro que podemos competir en un mercado global, pero también podemos y debemos trabajar en equipo, tanto con nuestros pares, como con nuestros clientes y proveedores.

Adicionalmente, se generó una serie de beneficios colaterales que podrían definirse como una red de conocimiento, ya que por primera vez, se concentró a un grupo de especialistas alrededor del Tequila, provocando un acercamiento entre ellos y concientizándolos acerca de que todos trabajan para un mismo producto. Lo mismo ocurrió entre los técnicos de las diferentes empresas. Finalmente, se dio la vinculación entre capacitadores y capacitados.

Como resultado, el conocimiento se potencializa, se eleva, tanto la capacidad de cada uno de los técnicos, como la de la industria en un todo.

Hoy, más que nunca, estamos en posibilidad de hablar de personal especializado, de aprendizaje colectivo, de capacitación dirigida, de red de conocimiento; el siguiente paso es traducir los conocimientos en hechos, tales como eficientar los procesos, abatir costos de producción sin demeritar la calidad, cumplir con las regulaciones nacionales e internacionales, ser fuente de innovación, garantizar la inocuidad alimentaria, impulsar la cultura de la legalidad; en síntesis, ser una cadena productiva con visión de futuro.

El manual queda a consideración de los técnicos que laboran en la Cadena Productiva Agave Tequila, porque nuestra aspiración es que los técnicos sean personas con habilidades especiales, ya que el Tequila es un producto único, distintivo de México, es nuestra primera Denominación de Origen, nuestra marca País, y tenemos que aportar nuestras capacidades para asegurar el crecimiento sustentable de esta agroindustria, desde el punto de vista ambiental, social y económico.

Panorámica actual de la industria tequilera

Dr. José Luis Orozco Martínez

Contenido

La historia y la leyenda del Tequila.....	9
Las NOM's del Tequila y su influencia en la industria...	23
La problemática de la rama industrial del Tequila.....	28
Bibliografía.....	35
Anexos.....	37

1.- La historia y la leyenda del tequila

Una visión antigua de la Nueva Galicia estaría incompleta sin mencionar la relación entre los indígenas y el maguey o agave. La cultura del mezcal ha trascendido hasta nuestros días, y desde la cima del volcán de Tequila puede verse un valle imponente sembrado de agave. El paisaje, algún tiempo agreste, dominado por los agaves silvestres, fue domesticado por lo que actualmente se conoce como la tradición de Teuchitlán, nombrado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2006, reconocimiento que disfrutan el paisaje agave-tequilero y las antiguas instalaciones de Tequila.

En la zona se desarrolló una cultura de utilización del Metl o agave silvestre con diferentes fines, desde agujas para coser, techos para sus casas, sogas, mantas, ayates y una bebida alcohólica destinada para los sacerdotes, ancianos y mujeres embarazadas. La relación de las diferentes especies de agave y el ser humano datan hasta cerca de 10, 000 en su forma silvestre y 3, 500 ya domesticada (Gómez Arriola, 2004a:17). En el occidente de México las culturas precolombinas dejaron en las llamadas tumbas de tiro algunos elementos de culto a los muertos [...] Entre las ofrendas depositadas en tumbas se encuentran delicadas vasijas de barro bruñido representado, cuencos llenos de pencas de agave cocido o personajes transportando en sus espaldas corazones jimados de mezcal... (Gómez Arriola, 2004b:63)

Los cuencos de mezcal cocido y las piñas de mezcal a las espaldas de los aborígenes sugieren una transformación de la materia prima en un producto más elaborado, muy probablemente una bebida con contenido alcohólico. La cultura del mezcal, sus tradiciones, sus mitos y leyendas tejidas durante

miles de años, los recientes descubrimientos arqueológicos y su historia la convierten en un símbolo sin par en la industria de las bebidas alcohólicas. El Tequila ha conquistado al mundo, tanto por su exquisito sabor y aroma como por la historia que le rodea.

“Cuenta una antigua leyenda que en la región de Tequillán, habitada por los tiquilas, pertenecientes a la tradición Teuchitán, familias toltecas de comerciantes y guerreros, un viejo sabio, llamado “Achio Colli”, que significa el primero de los abuelos, había oído en las narraciones de sus antepasados que los dioses, encolerizados con los humanos, habían enviado sobre ellos una gran tormenta una tarde de verano; durante la misma, un luminoso rayo de luz cayó con fuerza sobre unas plantas silvestres que abundaban en esos lugares. Con el calor del rayo, las plantas ardieron durante algunos minutos y al apagarse el fuego, las largas hojas de los magueyes se habían consumido, quedando solamente los corazones de las plantas, de los que brotaba un líquido lechoso que despedía un seductor aroma. Entre curiosos y asombrados, los indígenas bebieron el néctar, y tan agradable les resultó al paladar, que atribuyeron el fenómeno a un milagro de sus dioses que habían mostrado su perdón regalándoles una bebida que además de alimentarlos, les desvanecía las penas del alma.

El agave o maguey, planta recia y de espinosas hojas, creció de forma silvestre en los agrestes páramos del altiplano de la América Septentrional; estas tierras pobres, rocosas y polvorientas, que precisan de mucho sudor para dar su fruto, abrigan en el centro de su corazón a Mayahuel, que con sus cuatrocientos pechos daba el alimento a sus hijos.”¹

En el diccionario de aztequismos escrito por el Dr. Cecilio A. Robelo² menciona las palabras “mezcal, mescal o mexcal. (Mexcalli: metl, maguey; xcal-

li, aféresis de ixcalli, cocido, hervido o cocimiento: cocimiento de maguey o maguey cocido o hervido). Los indios llamaban mexcal a las cabezas asadas de penca de cierto maguey que son dulces.

No hace falta mucho conocimiento para pasar de las cabezas asadas de gusto dulce, a un trozo de mezcal fermentado al paso de los días, ya con contenidos alcohólicos y de ahí, a la fabricación artesanal del jugo de agave, el antecedente de lo que hoy conocemos como Tequila.

Recientemente ha surgido la hipótesis, por demás interesante, que los indígenas sometían el jugo fermentado del agave a una especie de destilación, proceso presuntamente descubierto por los chinos, 3,000 a.C. (Jiménez 2008:6 y Gutiérrez 2001:27) y esparcido en Europa en los años subsiguientes, fue también desarrollado por los indígenas novohispanos antes de la llegada de los españoles.

Aunque no existen evidencias históricas ni arqueológicas de la destilación en tiempos prehispánicos, no es difícil imaginar que a los indígenas se les ocurriera hervir y condensar la bebida fermentada tal vez hasta por accidente. Sea cierta o no esta hipótesis, lo verdaderamente genuino fue que, a la llegada de los españoles, encontraron muchas bebidas alcohólicas que no conocían.

Orozco, J.L. De Mayahuel a Tezcatlipoca (2000). La historia del Tequila. Revista Electrónica Mercadotecnia Global.

(De http://www.mktglobal.iteso.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=198&Itemid=116)

Robelo Cecilio A. Dr. Diccionario de aztequismos, o sea jardín de las raíces aztecas. (1904). Ediciones Fuente cultural, México.

Usaban varias especies de vino o bebida equivalente que hacían del maguey [...] el modo de hacer el vino de maguey, que era el más usual entre los mexicanos, sin duda alguna el mejor, era el siguiente: cuando llegaba el maguey común a cierta edad, le castraban los pimpollos u hojas más tiernas del centro hasta descubrir cierta cavidad formada en la parte más interior y gruesa de dichas hojas; raíanles la superficie interior y extraían con un cañuto o calabazo largo estrecho el jugo que destilaban las hojas en la cavidad, que es muy líquido y dulce [...] y lo guardaban hasta que fermentara, que venía a ser en menos de 24 horas.

Para abreviar la fermentación y darle mayor fortaleza, le mezclaban cierta hierba, a la cual por ese destino llamaban octpatli (medicina del vino). El color de este vino es blanco y el gusto algo áspero, tiene competente fortaleza y embriaga, no tanto como el vino de uva. (Clavijero, 1991:266)

No hay duda que Clavijero habla del pulcre o pulque, bebida alcohólica producida y consumida en el centro de México. Es la bebida que Hernán Cortés describe en sus cartas de relación.

Don Matías de la Mota y Padilla, en su Historia de la conquista del Reino de la Nueva Galicia, fechada en 1742, pone fin a cualquier confusión al respecto entre el pulque y el vino mezcal.

Los mezcales son parecidos a los magueyes, aunque la planta es mucho más pequeña y, aunque hay en la Galicia muchos magueyes, no usan los indios tanto de la bebida del pulque como en la Nueva España, porque apetece mejor el vino mezcal por su mayor fortaleza [...] (De la Mota y Padilla, 1920:407)

Desde tiempos inmemoriales, las difíciles características climáticas, geológicas y topográficas de las faldas del cerro de Tequila favorecieron la siembra de mezcal azul.

[...] La variedad denominada científicamente como agave azul Tequilana

Weber sólo se encuentra de origen en la región. Su posible ubicación se ha localizado en las cañadas que conforman el profundo cañón formado por el cauce del Río Grande de Santiago. Para los biólogos consultados para este trabajo, a cerca de tres mil años atrás.

La cultura de los constructores de Guachimontones mantuvo una especie de monopolio comercial regional con su explotación. (Gómez Arreola, 2004b:18-19)

[...] El desarrollo diferencial de una sociedad cada vez más compleja en la tradición de Teuchitlán alrededor del volcán de Tequila podría reflejar la riqueza de los linajes y de sus dirigentes que monopolizan los preciosos recursos del agave. (Fray Bernardino de Sahagún, citado en Gómez Arriola, 2004b:7)

Según esta versión, la comercialización y explotación del agave nacen como un monopolio, y el linaje de dirigentes es donde reside el poder que les permite aprovechar en su favor las bondades de esta materia prima, principalmente para la fabricación del vino mezcal.

Lázaro de Arregui en 1621 escribe con mayor precisión cuál fue el antecedente del vino-mezcal-Tequila: “los mexcales son muy semejantes al maguey, y la raíz y asientos de las pencas se comen asadas, y de ellas mismas, exprimiéndolas así asadas, sacan un mosto del que sacan vino por alquitara más claro que el agua y más fuerte que el aguardiente y de aquel gusto.” (Lázaro de Arregui, 1980:106)

El autor no menciona si la destilación (alquitara) la aprendieron los indígenas de los españoles (la versión más difundida) o ya lo hacían antes de la conquista.

Apoyándose en Lázaro de Arregui, Jiménez (2008), sostiene la tesis de que la destilación existía en tiempos precolombinos.

[...] Terminada la fermentación, se le destilaba dos veces, teniéndose así un aguardiente ‘más claro que el agua’ al que, según sabemos, fueron los es-

pañoles quienes para 1637 habían ya denominado ‘vino mezcal’.

Todas estas etapas técnicas y procesos, tanto agrícolas como industriales, fueron desarrollados e inventados por los indígenas estudiando, adecuando y transformando elementos y materiales de la naturaleza para obtener un producto de un refinamiento, sofisticación y pureza tal, o mejor que los mejores aguardientes y licores europeos (Jiménez Vizcarra, 2008:9)

Sin embargo, la creencia de que el destilado fue aportado por los conquistadores es la idea que prevalece. Gutiérrez (2001) señala que:

La presunción del nacimiento del Tequila en la década de los treinta del siglo XVI como un acontecimiento del desarrollo espontáneo del sincretismo cultural del mestizaje, es sustentada en los siguientes hechos:

1) El descrito en el párrafo anterior y que afirma que el agave tequilero, desde tiempos prehistóricos, forma parte del paisaje del occidente mexicano como abundante fruto silvestre de la naturaleza y aprovechado ancestralmente por las culturas encontradas por los conquistadores en 1531, en lo que hoy es la tierra del Tequila.

2) No hay documentos históricos que ubiquen con precisión el origen del conocimiento y práctica de la destilación alcohólica en el mundo. Se considera que fueron los monjes y alquimistas de la edad media quienes perfeccionaron dichos conocimientos. Se sabe con certeza que los árabes desempeñaron un papel importante en la difusión de ese conocimiento, al que contribuyeron con sus propias aportaciones. Se presume que el conocimiento de la destilación pasó de España a Francia en el siglo XIII [...] (Gutiérrez, 2001:93-94)

Los indios utilizaban el licor extraído del agave, no sólo como una bebida embriagante, sino que era parte de su consumo habitual, sobre todo entre los sacerdotes, nobles, viejos, enfermos y mujeres embarazadas, pues no acostumbraban las verduras. A los jóvenes les estaba prohibido emborra-

charse, aunque Fray Bernardino de Sahagún relata los castigos infringidos por los innumerables excesos a pesar de la prohibición.

Y aunque del *mexcale* con que se elabora se comunican muchas virtudes, úsanle en lo común con tanto exceso que desacreditan el vino y aún la planta, como sucede con el *piciete* o tabaco que, siendo una hierba de tantas y tan conocidas cualidades, el exceso en su uso lo ha venido a desacreditar de manera tal, que entre gente discreta y cortesana se tiene por deshonor el tenerle en casa. (Lázaro de Arregui, 1980:106)

Sin embargo, pese a la prohibición e incluso hasta con el castigo de la excomuni3n, el vino mezcal continuaba produciéndose y tolerándose por la autoridad.

[...] sin embargo, las censuras y penas contra los que tales bebidas fabrican. Viendo pues, el Sr. Dr. D. Juan de Canseco y Quiñones que los indios, en sus retiros usaban tales bebidas nocivas a la salud, arbitró que el vino mezcal lo aprobaran los médicos por bueno, se pusiese estanco en él para que lo tuviese y cuidase que no se fabricasen los demás nocivos brebajes [...] (De la Mota y Padilla, 1920:407)

El abuso de las bebidas alcohólicas entre la población indígena durante el período virreinal fue motivo de preocupación permanente de las autoridades civiles y religiosas, llegando en ocasiones hasta su prohibición total aun en perjuicio de la recaudación de impuestos obtenida por su comercio. En 1755 el obispo de Guadalajara, Fray Francisco de San Buenaventura Martínez de Tejada Diez de Velasco, haciendo eco de las cédulas reales, promueve la excomuni3n a todas las personas que produjeran algún tipo de embriagante. En el acta conservada en el archivo de la parroquia de Tequila se puede leer:

[...] *Hacemos saber haber recibido del Excmo. Señor Virrey de esta Nueva España varias cédulas reales y nuevas órdenes prohibiendo las bebidas que se usan en estos Reinos, fecha en México en ventidós de agosto de este año de mil*

setecientos cincuenta y cinco que nuestros Católicos Reyes de mucho tiempo han tenido noticia que el vicio de la embriaguez se había apoderado de todas estas partes [...] pues este maldito vicio es raíz y perdición de las almas, [...] prohibimos dichas bebidas y mandamos no se hagan ni se usen en virtud de santa obediencia, pena de excomuni3n mayor late sentencie una potrena canonica monicione en derecho premisa con apercibimiento de los transgresores que pasaremos hasta la formidable sentencia de anatema. (G3mez Arriola, 2004b:29-30)

La producci3n era en peque1a escala, casi para el consumo personal. No hay evidencias de que esta bebida haya sido objeto de producci3n masiva y las primeras fuentes coloniales no mencionan la comercializaci3n, aunque debido a los estancos, debi3 haber un comercio incipiente, semiclandestino. Sin lugar a dudas que durante los primeros doscientos a1os de existencia de la industria del Tequila obtuvo un crecimiento modesto, su escasa difusi3n en este per3odo no es una casualidad, ya que en pleno auge del dominio colonial no pod3a ser menos que un producto marginal a la agricultura europea, prohibido como lo fueron durante la colonia 3sta y otras bebidas ya que *'...la elaboraci3n de aguardientes fue pertinazmente prohibida para favorecer la importaci3n de caldos, vinos y aguardientes espa1oles'*. (Luna Zamora, 2001:10-11).

En la 3poca precolombina y de la colonia, el poder reside y es ejercido por la clase dominante: la autoridad formal, la autoridad religiosa, fieles seguidores de la autoridad formal, impon3an castigos, incluyendo la muerte, excomuniones, etc., que pesan sobre los dominados. (Los fabricantes y consumidores). Los dominantes, basados principalmente en su poder econ3mico (nobleza y cl3rigos) y por medio de su propia producci3n simb3lica, imponen su voluntad sobre los dominados.

Pero las penas y castigos, aunque inhibieron la incipiente industria, no terminaron con ella. Prohibiciones vienen y alcabalas van. Se proh3be y se tolera la fabricaci3n y comercializaci3n del vino mezcal, solamente en la Nueva Galicia.

Por eso a partir de 1637 las autoridades comienzan a reconocer al vino mezcal. Ese a1o, el presidente de la Audiencia de Guadalajara don Juan de Canseco y Qui1ones, determin3 que en Guadalajara se pusiera un 'estanco' de vino mezcal para que as3 pudiera ser legalmente comercializado y consumido y, a la vez, se obtuviera un beneficio econ3mico, aunque solamente para la ciudad a cuyos 'propios' se destin3 el producto del remate del 'estanco'. Enterada do1a Mariana de Austria, reina gobernadora de Espa1a, de la bebida fabricada por los ind3genas denominada como 'vino mezcal', y bajo la excusa de que no se ten3a otro remedio para su supervivencia sino permit3rselas y, puesto que estaba libre la Alcabala por ser producto de los naturales, autoriz3 por Real C3dula de 1673 que el 'vino mezcal' se comercializara en Guadalajara mediante un 'estanco' que se rematar3a al mejor postor y cuyo producto se destinar3a a la obra de introducci3n de agua para la ciudad [...] La autorizaci3n hecha por do1a Mariana de Austria a partir de 1673, continu3 prorrog3ndose por los monarcas sucesores, lo que hizo que con el paso del tiempo, su comercializaci3n se extendiera. (Jim3nez Vizcarra, 2008:10-11).

Estos claroscuros que durante la colonia sufri3 el vino mezcal, no erradicaron ni su producci3n ni su consumo "En 1730 (cuando) el rey Felipe V hab3a autorizado que lo recaudado en el estanco se gastase en traer agua y en hacer reparaciones en el Palacio de Gobierno."(Muri3, 1996:25) De hecho, el primer acueducto que tuvo la ciudad fue construido con fondos provenientes de la recaudaci3n impositiva a la producci3n del vino mezcal. Durante el siglo XVII, el vino mezcal empez3 a exportarse con 3xito, sin embargo, durante el reinado de Carlos III se prohibi3 la importaci3n a

España y su producción en la Nueva España para favorecer la producción y consumo de vinos y licores de España. Éste fue un duro golpe a la incipiente industria. De nuevo la clase dominante, haciendo uso de su poder, prohíbe la producción y consumo del vino mezcal. No fue sino hasta el siglo XVIII, cuando ascendió al trono Fernando IV, en que la prohibición fue levantada y la producción y consumo del vino mezcal se popularizó entre los habitantes de la Nueva España. Sin embargo, el fantasma de la prohibición estaba presente: “De 1768 en adelante se permitió a cualquier persona fabricar ‘vino mezcal’ igual que lo venían haciendo desde siempre los naturales, aunque sólo en la jurisdicción de la Nueva Galicia.” (Muriá, 1996:13)

Según la versión más conocida sobre el origen de la destilación del vino mezcal Tequila, se debe a don Pedro Sánchez de Tagle o don Pedro de Tagle. A finales del siglo XVII se establece en los extendidos terrenos de la hacienda de Cuisillos la primera taberna o destilería formal para la producción de aguardiente de mezcal y se consolidan las plantaciones intensivas de agave. La extensión del gran latifundio abarcaba desde la ciudad de Guadalajara hasta el amplísimo territorio del Cerro Grande de Tequila, que ha estado marcado desde tiempos inmemoriales por la producción de mezcal azul. (Gómez Arriola, 2004b:33)

El surgimiento del proceso de destilación del Tequila se asocia frecuentemente al nombre de don Pedro Sánchez de Tagle. (Lancaster, 1974:46).

Entre sus propiedades se encontraba la hacienda de Cuisillos, situada precisamente en la subregión centro-poniente de Jalisco, que posteriormente se constituiría en la región tequilera de Jalisco. (Gómez Arriola, 2004b:6). La fuente de Luna, Lancaster (1974), menciona la adquisición de la hacienda de Cuisillos, que don Pedro Sánchez de Tagle la adquirió por medio de su apoderado Felipe Tello. Sin embargo, Lancaster no hace ninguna mención que la hacienda fuera destinada a la siembra del agave ni mucho menos que

hubiera una destilería de vino mezcal Tequila. El mismo Luna (1991) menciona que: aun cuando no existen documentos de primera mano en los que se asiente que don Pedro haya sido el introductor del proceso de destilación del Tequila, lo cierto es que diversas fuentes del siglo pasado (S. XIX) y del presente, lo mencionan como el ‘padre del Tequila’. Es posible que todo se deba a la irresistible necesidad del pueblo mexicano por otorgarle paternidad a cada uno de los hechos y eventos sociales. (Luna Zamora, 1991:39).

Muriá (1990) sí pone en duda la paternidad del Tequila a don Pedro Sánchez de Tagle.

Hay algunas versiones, por desgracia mal fundamentadas, que afirman que: En el año de 1600, vino a radicarse a Tequila el Señor Pedro de Tagle, marqués de Altamira, y caballero de la orden de Calatraba, quien desde su arribo estableció la primera fábrica de vino mezcal habida en Nueva Galicia (Muriá, 1990:20)

La versión de Jiménez (2008) concuerda en que no fue don Pedro Sánchez de Tagle el que introdujo la destilación al Tequila.

Es tiempo de terminar con la leyenda que hace a Pedro Sánchez de Tagle y al Marqués de Altamira, que son personas distintas, los iniciadores, a partir de 1600, de la siembra de la variedad de maguey, denominado ‘mezcal’ en el valle de Tequila y los inventores del aguardiente denominado vino mezcal y ahora Tequila [...]

[...] don Pedro Sánchez de Tagle, quien no fue Marqués de Altamira, compró la hacienda de Cuisillos en el valle de Ameca hasta el año de 1702. (Jiménez Vizcarra, 2008:1).

La primera licencia para la manufactura del vino mezcal la obtuvo en 1758 José Antonio Cuervo para el consumo en la taberna del Cuervo, situada en Tequila. *La Rojeña* fue la primera fábrica que empezó a producir lo que

ahora conocemos como Tequila. A principios del siglo XIX se empezó a dar el primer crecimiento importante en la industria al establecerse fábricas como *La Antigua Cruz*, de don Cenobio Sauza, que posteriormente cambió su nombre a *La Perseverancia*. También surgió *Tequila Herradura* cuya fábrica original, convertida por sus dueños en un museo, se puede admirar hasta nuestros días. Otra fábrica establecida en esa época fue la de *Tequila Orendáin* (Destiladora de Occidente). Todas estas fábricas se establecieron en la región de Tequila.

Durante la época de la Independencia, la crisis del gobierno español y la insurrección en la Nueva Galicia impidieron que las autoridades prestaran mucha atención a la producción y consumo del vino mezcal pero, según Muriá, (1996) en 1815 se logró la recaudación récord de gravámenes por la bebida. Otras fuentes señalan que una vez consumada la Independencia, don Agustín de Iturbide cobraba 'en especie' a los arrieros que transportaban el vino mezcal de la zona de Jalisco a la capital, les decomisaba un porcentaje de las 'damajuanas' para su tropa.

Según Luna (1991) en los altos de Jalisco, las primeras fábricas fueron *Tequila San Matías* (1886) cerca de Tepatitlán, y *Tequila Centinela* en Arandas en 1904, fecha oficial de su fundación por don Pantaleón Orozco, en la hacienda de Guadalupe.

En entrevista con el señor Gustavo López Orozco, uno de los actuales accionistas de la empresa, afirma que la destilería data de 1888, sin embargo, Sánchez (1889:83) detalla de manera meticulosa los talleres y obrajes existentes en Arandas (contabilizaba un total de 48) y no hace mención a esta industria, por lo que consideramos, en términos generales, la última década del Siglo XIX como la fecha más probable de su instalación (Luna, Zamora, 1991:209).

Hacia finales del Siglo XVIII, el puerto de San Blas abrió una ruta hacia el oriente para el comercio de los productos neogallegos. El vino mezcal

era prácticamente el único producto que podía exportarse a gran escala. El mestizaje de la bebida (agregándole el proceso de destilado) lo favorecía. Posteriormente, el puerto de Acapulco se convirtió en la ruta idónea, sin embargo, con las luchas de la Independencia, el puerto fue cerrado y de nuevo San Blas fue el puerto de salida. Al reabrirse Acapulco, retornaron las exportaciones desde este puerto, pero los volúmenes disminuyeron.

Luna (1991) señala que durante esta época (s. XVIII) existían 8 destilerías registradas, todas en las cercanías de la villa de Tequila. Durante la inestabilidad seguida a la consumación de la Independencia, el mercado interno y el consumo del vino mezcal fueron muy irregulares. "En 1843, las ventas de Tequila fuera de Jalisco alcanzaron la cifra de 3,714 barriles y, en 1845 se redujeron a 1,692." No fue sino hasta la derrota de los conservadores de parte de los liberales, cuando el mercado interno empezó a consolidarse y con esto la producción del vino mezcal. Hacia la década de los setenta del siglo XIX ya había 14 destilerías, algunas, propiedad de hacendados, rancheros e industriales, y para finales de siglo, ya existían 24, además de otras dedicadas a la elaboración de la bebida denominada mezcal.

Durante el siglo XIX el poder lo ostentaron, en primer lugar, los productores que ejercían su poder por el hecho de ser dueños del producto, y en segundo, las autoridades que fundamentadas en las leyes escritas, imponían cuotas de recaudación al vino mezcal. Los distribuidores del vino mezcal empezaron a tener poder en la medida que transportaban desde las destilerías hasta los centros de consumo el producto.

A la llegada del porfiriato, con la concentración de la tierra y el advenimiento de los ferrocarriles, algunos productores empezaron a exportarlo a los Estados Unidos.

Halagüeño porvenir que tiene el vino mezcal o Tequila, con motivo del Ferrocarril Central, que dentro de muy poco tiempo nos pondrá en rápida comunicación, no sólo con las principales poblaciones de la República,

sino también del extranjero, en las cuales el mencionado artículo tendrá considerable consumo, principalmente cuando sus buenas cualidades sean bien conocidas y debidamente apreciadas. (Lázaro Pérez, citado en Muriá, 1990:65)

Éste es el que podríamos llamar el primer boom tequilero que bajó como consecuencia de la Revolución primero, y luego, por la prohibición en Estados Unidos, una vez pacificado nuestro país. Tal vez fue durante la Revolución mexicana cuando el Tequila se identificó como una bebida popular por excelencia. Las tropas, tanto federales como revolucionarias, bebían Tequila para soportar las penurias de la guerra. La producción siguió con sus altibajos. En 1900 se produjeron 9'559,100 litros (a 55 grados G.L.); en 1905, solamente 512,000, y hasta 1910 repuntó para llegar a los 4'620,000 litros. La producción de la bebida tenía altibajos importantes, sin conocerse claramente su causa. En la segunda guerra mundial, principalmente debido a la exportación a los Estados Unidos, hubo un pequeño auge, alcanzando la cifra de 6'000,000 en 1945. No fue sino hasta diez años después cuando el Tequila empezó a mostrar una curva creciente en su producción hasta alcanzar en 2005 la cifra récord de 209'700,000 litros (a 40 grados G.L.), pero es hasta 1949 cuando se publica la primera Norma Oficial de Calidad para el Tequila DGN-R9-1949. Norma Oficial de Calidad para Tequila (Anexo 1)³. Durante la vigencia de esta norma (hasta el 12 de marzo de 1964) por omisión se puede concluir que todo el Tequila producido era 100% agave, que se comercializaba únicamente envasado y que, aunque no existía la figura de Denominación de Origen, sólo se podían usar agaves del estado de Jalisco. Desafortunadamente para el Tequila, estos tres mandatos de la primera norma se han ido perdiendo con las diferentes modificaciones a la misma.

3. DE Consultada en diciembre de 2012. Disponible en: http://mezcalestradicionales.mx/mezcales_he-rencia_cultural_y_bio/Ponencias%20PDF/27%20NOM%20Tequila%201949.pdf

No es el Tequila la única bebida autóctona de nuestro país, ni la única que se produce del agave. La más conocida es el mezcal, hermana del Tequila, cuya única diferencia es el tipo de agave con que se produce, pero cuyo proceso artesanal es muy similar, y que también goza de Denominación de Origen. Otras bebidas además del pulque y el aguamiel ya mencionados, como sotol, bacanora y raicilla, fermentadas y destiladas de diferentes agaves e incluso de la raíz de los mismos, y aunque en algunas regiones, sobre todo rurales, gozan de mucha popularidad, es el Tequila la bebida mexicana por excelencia, la que se identifica con nuestra cultura.

2.- Las NOM'S del Tequila y su influencia en la industria

La historia moderna de la industria del Tequila se puede situar con la firma del Arreglo de Lisboa, en 1959:

El *Arreglo de Lisboa*, relativo a la Protección de las Denominaciones de Origen y su registro internacional, se adoptó en 1958 y fue revisado en Estocolmo en 1967. Entró en vigor el 25 de septiembre de 1966 y está administrado por la Oficina Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), que mantiene el Registro Internacional de Denominaciones de Origen y publica el boletín titulado *Las denominaciones de origen...* En el Artículo 2.1 del *Arreglo de Lisboa* se define una **denominación de origen** como “la denominación geográfica de un país, de una región o de una localidad que sirva para designar un producto originario del mismo y cuya calidad o características se deben exclusiva o esencialmente al medio geográfico, comprendidos los factores naturales y los factores humanos”.

En el Artículo 2.2 se define el “país de origen” como “*aquél cuyo nombre constituye la denominación de origen que ha dado al producto su notoriedad o bien, aquél en el cual está situada la región o la localidad cuyo nombre constituye la denominación de origen que ha dado al producto su notoriedad*”.⁴

México se adhirió al *Arreglo de Lisboa* el 21 de febrero de 1964 y sus derechos y obligaciones entraron en vigor el 25 de septiembre de 1966⁵, las autoridades se preocuparon por actualizar la norma, más para responder a los requerimientos de los industriales que para la protección de la DOT. En 1964 se modifica la norma para permitir que el contenido de azúcares provenientes del agave, baje del 100% al 70%. Cuatro años después, en 1968, aparecen en una nueva NOM dos nuevas clases de Tequila, el abocado y el reposado. Se amplía la DOT a algunos municipios colindantes a Jalisco, se hace obligatorio que los industriales y envasadores tengan o contraten servicios de laboratorios para control químico y que las etiquetas ostenten la palabra Tequila para los productos que cumplan con la NOM. Con esta modificación de la norma, se pretende modernizar y profesionalizar a la industria, se busca que el Tequila deje de ser una bebida artesanal para ser una bebida industrial, respondiendo así a los compromisos adquiridos con la firma del *Arreglo de Lisboa*.

Esta norma sólo estuvo vigente dos años, ya que en 1970, se modifica de nuevo. La modificación involucró a la industria, ya que se redujo de nueva cuenta el contenido obligatorio de agave para quedar en el 51%. También se permitió la exportación a granel, aunque es de suponerse que ya era una práctica habitual en la industria.

4. DE Consultada en diciembre de 2012. Disponible en: <http://www.wipo.int/lisbon/es/general/>
5. DE Consultada en diciembre de 2012. Disponible en: http://www.wipo.int/treaties/es/remarks.jsp?cnty_id=717C

Esta modificación a la NOM provocó conflictos entre los mismos tequileros. Por un lado, aquellos que sostenían la tesis que sólo el producto 100% agave podía llamarse Tequila, y por otro, el grupo que apoyaba la mezcla de otros azúcares con el agave. Al final se quedaron las dos categorías conocidas hasta ahora, Tequila y Tequila 100% de Agave.

“Esta norma contiene la siguiente RESOLUCIÓN: Se sujeta a previa autorización el uso de la leyenda **elaborado 100% con agave tequilero** o cualquier otra similar en envases, etiquetas, envolturas o empaques del Tequila.” (Gutiérrez, 2001:123).

Se decreta también, sin ningún criterio claro del porqué, una permanencia mínima de dos meses en barricas de roble blanco o encino se le puede llamar Tequila reposado.

Las consecuencias de la aplicación de la norma no se hicieron esperar, la más notoria fue que los fabricantes del Tequila 100% de agave, tenían que someterse a inspecciones más severas que los fabricantes de Tequila 51/49. En el renglón agrícola, las superficies sembradas de agave disminuyeron notablemente:

“En los años de mayor apogeo del Tequila en el siglo XIX, cuando los niveles de producción rondaban los diez millones de litros anuales, la superficie plantada de agave era de 60,000 hectáreas. El último censo agropecuario oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) publicado en 1991, reporta una superficie de 25,745 hectáreas con plantas de agave en todo el estado de Jalisco, sin embargo, la producción de Tequila fue de 68´096,708 litros en 1992.” (Gutiérrez, 2001:129)

El 7 de diciembre de 1976, se publica la norma DGN-V-7-1976, que incrementa de dos a cuatro meses el período de reposo del Tequila para poder llamarse así; establece también el embotellado de origen en la planta en

que se produjo el Tequila 100% agave y que éste no podrá comercializarse a granel. Esta norma también dice lo siguiente: *Cuando así lo requiera, la Secretaría de Industria y Comercio exigirá que se ponga en las etiquetas el porcentaje de azúcares ajenos al Agave Azul Tequilana Weber, variedad azul* (Gutiérrez 2001:135)⁶.

Cabe señalar que ninguna autoridad ha solicitado nunca este requisito.

En 1977 se modifica la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen para incluir a industriales y agaveros de la zona del bajío y algunos municipios de Tamaulipas.

En 1978, con una nueva norma, NOM-V-7-1978 se rebaja de nuevo a dos meses el tiempo de reposado de un Tequila y se hace obligatoria la leyenda **“Elaborado y envasado bajo la vigilancia del gobierno mexicano”** para el Tequila 100% agave.

Un nuevo cambio a la norma en 1993, establece que para determinar la genuinidad del Tequila deberán registrarse los plantíos de agave con los que se fabricará dicha bebida.

1993 es un año clave para esta industria, nace el Consejo Regulador del Tequila (CRT), organismo en el que participan autoridades federales, representantes de tequileros, de agaveros y de comercializadores, cuya misión será la de proteger, regular y verificar la Denominación de Origen del Tequila y la fabricación y comercialización de la bebida, y es a partir de 1995 cuando el CRT empieza a publicar estadísticas relativas a la industria.

En la época de la aparición del Consejo (1993) y principalmente durante el quinquenio 1995-1999, la rama industrial del Tequila tenía un importante crecimiento.

6. En cursivas en el original

Las ventas, tanto en el mercado nacional como en los mercados de exportación, experimentaron un incremento de 83% y, aunque fue notorio que la trama de redes sociales, formadas por los agentes de la cadena productiva y comercial no era homogénea, ni la Cámara Nacional de la Industria del Tequila (CNIT) ni el recién creado CRT, ni las autoridades, se ocuparon de este problema.

La CNIT se orientaba más a que sus socios satisficieran la demanda del producto, sin visualizar los resultados que en el mediano y largo plazo acarrearía consigo la reciente entrada en vigor del TLCAN. El CRT apenas iniciaba actividades. Las autoridades se preocuparon más por una transición aterciopelada de la subrogación de su autoridad en el Consejo Regulador. Unas pocas voces disonantes intentaron fortalecer las redes sociales en la cadena productiva, proponiendo una acción concreta: el embotellado de origen.

Cuando se revisó la NOM del Tequila en 2005, existía una corriente de agaveros, tequileros y autoridades que pretendían que ésta exigiera paulatinamente la fabricación exclusiva de Tequila 100% agave y el embotellado de origen.

Esto estaba en contra de los intereses de consorcios extranjeros, importadores y algunos tequileros que habían optado por el Tequila a granel y no embotellado de origen. Este grupo dominante resultó triunfador en el debate, aun en contra del exhorto que emitió la Cámara de Senadores de la República (6 de julio de 2005, ver anexo 2), que utilizaron el cabildeo para convencer a las autoridades regulatorias de que el proyecto de norma era inviable. Este grupo de inversionistas foráneos hizo fracasar el intento de la Cámara de Senadores y de los agaveros por proteger sus intereses.

3.- La problemática de la rama industrial del Tequila

En algunos casos, la rama industrial del Tequila tiene problemas muy añejos, y en otros, son consecuencia de la apertura comercial y el incremento de las ventas de Tequila en los mercados internacionales. Los principales conflictos que tiene la cadena productiva, en el decir de la Cámara Nacional de la Industria Tequilera (2007) y para Coelho y Castillo-Girón (2005), son:

• La sobreoferta y escasez de agave

Este fenómeno se presenta de manera cíclica más o menos cada siete u ocho años. En el período entre 1995 y 2012 se pasó de un período de sobreoferta a uno de escasez y posteriormente a otro de sobreoferta, con importantes consecuencias sobre el precio de la materia prima en perjuicio de agaveros o tequileros, dependiendo de la etapa del ciclo (sobre-oferta o escasez). Esta situación es aprovechada por los comercializadores ya que —independientemente de los conflictos que se dan entre agaveros y tequileros por el precio del agave— debido a su cercanía con el consumidor final, los comercializadores fijan sus precios de venta con base en porcentajes sobre el precio pactado con el tequilero, de esta forma, la marca que no tenga rotación por el precio u otros factores, simplemente se elimina del canal de distribución.

• Vinculación del tequilero con la siembra de agave

A raíz del problema de escasez de agave ocurrido entre 2000 y 2003, en el que la materia prima subió de precio desde \$0.45 hasta llegar a más de \$16.00 kilo, con el fin de asegurar el abasto, muchos tequileros recurrieron —bajo varios esquemas como siembra, compras a futuro, renta de predios, aparciamiento, etc.— a involucrarse en la siembra de agave que, junto con

los períodos de sobreoferta, dejan fuera del mercado a los llamados agaveros independientes. Estas medidas de los tequileros son una de sus fuentes de poder, ya que incluso les permiten excluir a los agaveros independientes.

• El intermediarismo en la comercialización de agave

Conocidos en el medio tequilero como ‘coyotes’, éstos son intermediarios que recolectan y acaparan el agave de los productores, principalmente de los pequeños y desagrupados, para venderlo a las fábricas. Los intermediarios mayoristas compran la materia prima a precios muy castigados y la venden a precios más altos. Esto se debe a que cuentan con importantes relaciones con tequileros y autoridades, al grado que los agaveros mencionan que algunos coyotes son empleados de las mismas. Esta dinámica es posible debido a la alta fragmentación entre los agaveros y a la existencia de microfundios y minifundios, además de la inoperancia de las asociaciones o gremios de micro y pequeños agaveros, lo que hace incosteable para ellos levantar y trasladar sus cosechas a las fábricas, individualmente.

Aunque muchos agricultores agaveros y empresas tequileras firman contratos de compra-venta de agave, éstos se convierten más bien en opciones de compra sin riesgo para el comprador: si el tequilero necesita el agave, lo adquiere de los agaveros con los que tiene contrato; si no lo necesita, deja al agavero con su cosecha, sin ningún compromiso para el tequilero.

En la práctica, este tipo de contratos no ha funcionado, principalmente por tres causas: 1) el riesgo lo corre el agavero, quien está sujeto a muchas variables ambientales (tiempo, plagas, inundaciones, heladas, etc.) a lo largo de aproximadamente siete años, que es el tiempo de maduración del agave; 2) en los períodos de escasez, algunos agaveros incumplen sus contratos cuando el precio del mercado del agave está por encima del precio pactado; y 3) en períodos de sobre-oferta, hay algunas fábricas que incumplen sus

contratos cuando el precio de mercado del agave está muy por debajo del precio pactado, lo que es una fuente de conflictos entre agaveros y tequileros.

• El marco regulatorio del Tequila

La Norma Oficial Mexicana (NOM) para la fabricación del Tequila, junto con otras normas de etiquetado de salubridad, de metrología, etc. y los reglamentos y procedimientos de otras autoridades como el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), la Procuraduría de la Defensa del Consumidor (PROFECO), interfieren con la competitividad de la rama al dilatar las licencias y registros convirtiéndose en ocasiones, en una barrera de entrada, ya que primero hay que invertir (en fábrica, instalaciones, diseños, registros, etc.) y posteriormente, las autoridades otorgan el permiso para operar.

En algunos casos las autoridades no actúan debido a las lagunas existentes en la normatividad, como sería el de la certificación de los Tequilas orgánicos, y en otros, actúan tardíamente cuando el conflicto ya surgió; por ejemplo, cuando se cultiva el Agave Azul Tequilana Weber en regiones fuera del territorio de la Denominación de Origen. Si a esto se añaden los requisitos de exportación, tanto en México como en el extranjero —principalmente hacia los Estados Unidos—, hacen que la curva de aprendizaje de los tequileros para producir y tener éxito, resulte larga y complicada. Los elementos señalados también son fuente de conflictos entre los diferentes agentes y las autoridades correspondientes.

• El sistema impositivo

Un añejo señalamiento al gobierno federal por parte de los tequileros y comercializadores de la bebida, es que disminuyan las tasas del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) y del Impuesto al Valor Agre-

gado (IVA), aduciendo que son muy altas y encarecen demasiado el producto al consumidor, pues éste cambia su preferencia hacia otras bebidas más baratas como el vodka. Stiglitz menciona que “Cuando la competencia es imperfecta, una empresa que cobre un precio un poco más elevado perderá a algunos de sus clientes, pero no a todos.” (2004:300). Al adicionar el IEPS y el IVA al costo del comercializador y trasladárselo al consumidor final, éste puede optar por productos sustitutos de menor precio. Este conflicto de los tequileros y comercializadores con las autoridades es fuente recurrente de fricciones entre los agentes y las autoridades.

• La adulteración y falsificación de la bebida

El éxito del Tequila ha provocado la aparición de gran cantidad de bebidas que, sin contar con los registros y permisos correspondientes, evaden impuestos y falsifican o adulteran el Tequila: rellenan botellas con líquidos de dudosa o ilegal procedencia; fabrican guachicoles en pequeñas fábricas clandestinas añadiéndole saborizantes y colorantes al alcohol puro; fabrican pseudotequila utilizando otro tipo de agaves y empleando diferentes procedimientos para la elaboración de la bebida; utilizan procesos diferentes a los señalados por la norma. Además, se añaden otros factores como la complicidad de algunas autoridades debido a su falta de recursos, incapacidad u omisión para permitir la venta de estos productos, o la competencia desleal que, al confundir al consumidor, crean un conflicto entre los mismos agentes de la cadena y de éstos con las autoridades.

• Las exportaciones a granel, el embotellado de origen y la eliminación de la categoría Tequila

Algunos tequileros y la mayoría de los agaveros conforman una corriente dentro de la rama, que pugna por la prohibición de las exportaciones a granel y la eliminación gradual de otros azúcares no provenientes del Agave

Azul Tequilana Weber. Sus principales argumentos se sostienen en que, con el embotellado de origen, se podría controlar mejor la calidad del Tequila, habría mayor consumo de envases, etiquetas, etc., incremento del valor agregado a la bebida, creación de empleos, incremento en el consumo de agave y una protección contra la adulteración del Tequila fuera de las fronteras mexicanas.

Durante 2012 la exportación a granel fue de aproximadamente 80 millones 600 mil litros, es decir, 31.8% del total de la producción de ese año. En la revisión de la versión original de la NOM-006-SCFI-2005, se propuso eliminar la exportación a granel, medida que encontró opositores muy poderosos, principalmente en consorcios extranjeros y algunos tequileros mexicanos que, por economías de escala para alcanzar volúmenes y cumplir contratos, basan su producción en esta categoría. Los argumentos utilizados en contra de la eliminación gradual de la categoría Tequila y el embotellado de origen fueron las inversiones realizadas para el embotellado de Tequila por algunas empresas, pues en 2012 había registradas 273 marcas y 91 empresas envasadoras en el extranjero, además de que las inversiones necesarias y los costos asociados para embotellar el Tequila de origen incrementan los costos para la preparación de cocteles con base de Tequila.

La propuesta del embotellado de origen y la eliminación de la venta a granel no prosperó debido a la presión ejercida desde el Consejo de Bebidas Esprituosas Destiladas de Estados Unidos, y marcó el paso en la dirección de que nuestro país cediera el control de las decisiones a los organismos comerciales de ese país.

• La oligopolización de la rama industrial

Aunque hay una gran cantidad de fábricas tequileras (151 empresas y 1,358 marcas, al 17 de septiembre del 20137), la industria está oligopolizada: 9

empresas tienen 20% de las marcas y controlan 84% del mercado; y 80% de las marcas se disputan el 16% del mercado. Este problema no es privativo de la rama industrial del Tequila. Aunque la Ley Federal de Competencia Económica (LFCE) no prohíbe expresamente los oligopolios, ha habido casos concretos en los que la Comisión Federal de Competencia Económica (CFCE) ha intervenido para evitarlos.

En el pasado, la Comisión Federal de Competencia (CFC), autoridad antimonopolios en el país, no autorizó a Tequila Cuervo comprar 49.98 por ciento del capital social de Herradura, pues ello representaría conflicto de intereses y fomentaría las actividades monopólicas dentro de la industria. La CFC resolvió impugnar la concentración, informó el organismo en su resolución final.

Los oligopolios, por su fuerza e influencia, son proclives a promover y desarrollar prácticas monopólicas, además de que impiden la libre competencia a los mercados debido al gran poder que ejercen en éstos.

• Integración del comercializador en la fabricación o maquila de Tequila

La integración vertical hacia atrás de comercializadores nacionales y extranjeros para fabricar o maquilar sus propias marcas está copando los canales de distribución para otras marcas que no tienen canales propios. No existe ninguna ley en México que lo limite o prohíba. En los Estados Unidos hay regulaciones y leyes al respecto, aunque algunos comercializadores aprovechan las lagunas legales para hacerlo. Esto ha provocado la extranjerización de la rama industrial y la proliferación de marcas en el mercado, tanto a nivel nacional como en el extranjero.

7. Fuente: CRT

• Falta de cooperación en la cadena productiva de la rama industrial del Tequila

La falta de cooperación y la desvinculación, tanto en la cadena productiva como interempresas, con las universidades e institutos de investigación y desarrollo (I&D) es una constante en esta rama industrial. Existen casos aislados, pero más bien informales, de cooperación entre algunas de las grandes empresas. Aunque hay autores que consideran que existe un clúster en la rama industrial, en realidad está muy lejos de conformar un solo clúster cooperativo, sobre todo, en el que puedan participar las empresas pequeñas y micro. La I&D se orienta más hacia los estudios sobre el agave y de manera muy pobre a los aspectos productivos del Tequila, particularmente en el área comercial. No existe información disponible de calidad salvo algunas investigaciones del Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Jalisco (CIATEJ) y de la Universidad de Guadalajara (UDG) que están al alcance de las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Esta falta de información de calidad, disponible sólo para las grandes empresas que pueden pagarla, es una fuente de poder que acentúa la oligopolización de la rama.

En resumen, la problemática de la industria es muy diversa y dificulta hacer una correcta planeación a largo plazo debido al largo ciclo de producción, desde la siembra del agave hasta la comercialización del Tequila al por menor, lo que agrega incertidumbre en sus agentes económicos.

Bibliografía

Clavijero, Francisco Javier. (1991) Historia antigua de México. México: Editorial Porrúa.

Coelho y Castillo-Girón Víctor Manuel. (2005) "Multinational Corporations, Collective Action Problems and the Tequila Cluster." Paper prepared for presentation at the International Workshop "Innovation, Multinationals and Local Development" 30th September – 1st October, Università di Catania, Italy First draft.

De la Mota y Padilla, don Matías (1920). Historia de la conquista del Reino de la Nueva Galicia. Guadalajara, México: Talleres Gráficos de Gallardo y Álvarez del Castillo.

Gómez, Arriola Ignacio. (Coordinador) (2004a) El Paisaje agavero y las antiguas instalaciones de Tequila. Conaculta-INAH. Guadalajara, México. Versión en PDF.

_____. (Coordinador) (2004b) "El paisaje agavero y las antiguas instalaciones industriales de Tequila". Borrador para conseguir el reconocimiento de la UNESCO como patrimonio de la humanidad.

Gutiérrez González Salvador. Realidades y mitos del Tequila. (2001). Editorial Ágata, México

Jiménez Vizcarra, Miguel Claudio (2008). El origen y desarrollo de la agroindustria del vino mezcal Tequila. Guadalajara, México: Benemérita Sociedad de Geografía y Estadística del Estado de Jalisco.

Lancaster-Jones, Ricardo. (1974). Haciendas de Jalisco y aledaños (1506-1821). Guadalajara, México: Financiera Aceptaciones.

Lázaro de Arregui, Domingo. (1980) Descripción de la Nueva Galicia. Guadalajara, México: Gobierno de Jalisco. Secretaría General, Unidad Editorial.

Luna Zamora, Rogelio. (1991). La historia del Tequila, de sus regiones y sus hombres. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

_____. (1992), “Internacionalización y maquila de la industria del tequila en las últimas décadas”, en Orozco. J., et. al. Economía, agroindustria y política agraria en Jalisco. México; El Colegio de Jalisco.

Muriá, José María (1990). El Tequila: boceto histórico de una industria. Cuadernos de difusión científica. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

_____. (1996) Una bebida llamada Tequila. Guadalajara, México: Editorial Ágata.

Orozco, J.L. De Mayahuel a Tezcatlipoca (2000). La historia del Tequila. Revista Electrónica Mercadotecnia Global. (De http://www.mktglobal.iteso.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=198&Itemid=116)

Robelo Cecilio A. Dr. Diccionario de aztequismos, o sea jardín de las raíces aztecas. (1904). Ediciones Fuente Cultural, México

Stiglitz, Joseph E. (2004). Microeconomía. Barcelona, España: Editorial Ariel, 2ª edición.

Sitios WEB

Norma Oficial de Calidad para Tequila. Consultada en diciembre de 2012. Disponible en: http://mezcalestradicionales.mx/mezcales_herencia_cultural_y_bio/Ponencias%20PDF/27%20NOM%20Tequila%201949.pdf

Objetivo y características principales del Arreglo de Lisboa. Consultada en diciembre de 2012. <http://www.wipo.int/lisbon/es/general/>

Partes contratantes / Arreglo de Lisboa. Consultada en diciembre de 2012. Disponible en: http://www.wipo.int/treaties/es/remarks.jsp?cnty_id=717C

Anexos

Anexo 1

Norma Oficial de Calidad para Tequila DGN-R-1949. Definición y generalidades.

Se entiende por Tequila el aguardiente que se obtiene del *Agave Azul Tequilana Weber amarilidáceas* y de otras especies del mismo género que cultivan en el estado de Jalisco, en las tierras y condiciones climáticas que le son características a estos agaves. Se usarán las partes constitutivas del tallo y de las bases de las pencas maduras, se someterán a la acción del calor con objeto de acelerar la formación de monosas; se reducirán a pasta por medios mecánicos, se agregará agua para diluir hasta la concentración conveniente, y el mosto así obtenido se fermentará a temperatura adecuada por acción de levaduras propias de los mismos agaves seleccionados o no, y una vez que haya terminado la fermentación, se destilará en presencia del bagazo, y el destilado se rectificará en una segunda destilación; el producto tendrá una riqueza alcohólica real comprendida entre 45 y 50 grados del alcoholómetro de Gay-Lussac a la temperatura de 15 grados Celsius.

Generalidades.- El Tequila es un líquido transparente, incoloro o ligeramente amarillento cuando ha sido envejecido, de olor y sabor característicos, con fuerte cantidad de alcohol y débil proporción de extracto.

Usos.- Se usa como bebida.

Clasificación.- Para los efectos de esta norma, el Tequila comprenderá dos tipos A y B, con un sólo grado de calidad para cada uno.

Tipo «A».- Tequila natural.

Tipo «B».- Tequila añejo, con dos años mínimo de añejamiento en barriles de madera de encino, en bodegas anexas a la planta de envasado.

Anexo 2

Acuerdo de la Cámara de Senadores sobre el Envasado de Origen y el contenido de agave en el Tequila

“Los suscritos integrantes de esta Tercera Comisión estiman procedente puntualizar la propuesta contenida en el Punto de Acuerdo de mérito, que a la letra señala:

Punto de acuerdo

Primero.- La Comisión Permanente del Congreso de la Unión exhorta al titular del Ejecutivo Federal, para que instruya al Secretario de Economía a efecto de que, de conformidad con el artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, su Dirección General de Normas revise, considere y actualice las observaciones vertidas por los productores de agave a la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM- 006-SCFI-2004, con objeto de que contribuya al mantenimiento justo de los principales abastecedores de la materia prima en la elaboración de Tequila y evite emitir disposiciones normativas con las que peligren los derechos de los productores agaveros.

Segundo.- La Comisión Permanente del Congreso de la Unión, exhorta al titular del Ejecutivo Federal para que a través de la Secretaría de Economía, establezca en la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM- 006-SCFI-2004 requisitos muy específicos relacionados con la producción, el embotellado y la comercialización del Tequila, que permitan garantizar su autenticidad al consumidor, elimine la exportación a granel del Tequila y favorezca el envasado de origen, estableciendo un mecanismo gradual por trimestres que obligue a producir sólo bebida con el nombre Tequila, cien por ciento de agave.

Tercero.- La Comisión Permanente solicita a la Secretaría de Economía establezca un programa de cambio paulatino trimestral en la proporción

actual de los azúcares, hasta lograr que toda bebida denominada Tequila sea 100% de Agave Azul Tequilana Weber y que se integre con la producción de las entidades federativas establecidas en el Decreto de Denominación de Origen de Tequila.”

La reacción del Consejo Federal para la Mejora Regulatoria (COFE- MER) al proyecto fue contestada así:

[...] En el mismo párrafo 2, del numeral 7, se habla de una afectación significativa sobre la propiedad de inversionistas foráneos; al respecto no debemos olvidar que independientemente de la nacionalidad de los inversionistas, éstos se tienen que sujetar al sistema jurídico nacional. Adicionalmente, es fundamental subrayar que actualmente inversionistas extranjeros mantienen una importante participación accionaria en algunas de las empresas tequileras más grandes de nuestro país [...]

Cabe destacar que, si bien se analizó la posibilidad de extender el envasado de origen a todo el Tequila, se consideró únicamente dicha medida para el Tequila 100% de Agave, y para el otro Tequila se determinó que no sería (en este momento) la más conveniente a los intereses de nuestra industria nacional, toda vez que incrementaría en forma innecesaria sus costos (los cuales repercutirían en los consumidores de esta bebida) y por ende, se reduciría la competitividad de este sector en los mercados nacionales y mundiales ante otras bebidas que podrían sacar ventaja de esta situación (COFEMER, 2005).

El Consejo Regulador del Tequila

**Ley Federal Sobre Metrología y Normalización,
su reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas**

MPT. Floriberto Miguel Cruz

Contenido

Resumen	42
1. El Consejo Regulador del Tequila	43
Objetivos	45
Características	45
Socios	45
2. Estructura orgánica del CRT	46
3. Ley Federal sobre Metrología y Normalización	48
Evaluación de la Conformidad	48
De la acreditación	49
Muestreos	56
Facilidades proporcionadas durante las visitas de verificación.....	57
Inexactitudes en la información comercial	57
4. Declaratoria General de protección a la Denominación de Origen Tequila	58
5. Vinculación entre Denominación de Origen y NOM	59
6. La Norma Oficial Mexicana del Tequila	60
7. Programas para el fortalecimiento de la DOT	66
Investigación y Desarrollo	67
Fortalecimiento a la Protección a la Denominación de Origen Tequila	67
Responsabilidad Social	71
Compartiendo experiencias	73
8. El Futuro de la Denominación de Origen Tequila	73
9. Conclusiones	75
10. Perspectivas	77
Bibliografía	80

Resumen

A partir de 1974 el Tequila se convirtió en la primera Denominación de Origen Mexicano. Detrás de la Denominación de Origen Tequila, está el Consejo Regulador del Tequila A.C., organismo del sector privado, formado por todos los sectores involucrados en la cadena productiva del Tequila, incluyendo la representación oficial cuyo objetivo es garantizar que las materias primas y los procesos de elaboración del Tequila, en esencia, sean las mismas que le han dado notoriedad a esta bebida, buscando de esta manera conservar la calidad a que nos hemos referido y coadyuvar al reconocimiento mundial que esta bebida ha alcanzado.

Actualmente, el Tequila se exporta a más de 140 países y es considerado, tanto en México como en el extranjero, un producto de alta calidad y ejemplo de lo que podemos hacer los mexicanos.

Por su parte, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) es el ordenamiento jurídico angular que regula y viste jurídicamente, principalmente las actividades de (i) Metrología, (ii) Normalización y (iii) Evaluación de la Conformidad en México que se discutirán en este capítulo.

La propia LFMN establece los requisitos que deben cumplir los organismos evaluadores de la conformidad (Laboratorios de pruebas, Laboratorios de Calibración, Unidades de Verificación y Organismos de Certificación).

Adicionalmente, la propia Ley prevé la existencia de un Reglamento que en esencia sirve para: a) Reglamentar artículos de la LFMN que remiten a él expresamente, b) Llenar lagunas de la LFMN (vgr. contenido de NOM's, criterios interpretación, NRF's, marcas oficiales) y, c) Detallar disposiciones establecidas en la LFMN (Acuerdos de Reconocimiento mutuo)

Este ensayo pretende explicar los objetivos del CRT, quiénes lo conforman, qué actividades lleva a cabo para conseguir sus objetivos, proyectos estratégicos, el andamiaje jurídico establecido en la LFMN para proteger las Denominaciones de Origen Mexicanas, así como un breve resumen del contenido de las normas aplicables al Tequila y con ello revertir el concepto que se tenía de esta bebida como un producto común a uno de calidad, y convertir a la cadena productiva de este sector en un caso de éxito.

1. El Consejo Regulador del Tequila

El Consejo Regulador del Tequila es una Asociación Civil sin fines de lucro, constituida conforme a lo previsto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para realizar actividades de evaluación de la conformidad, contando con la acreditación y aprobación como laboratorio de pruebas, organismo de certificación y unidad de verificación para determinar el cumplimiento de los requisitos previstos en la Norma Oficial Mexicana del Tequila.

También cuenta con las acreditaciones y aprobaciones para evaluar y certificar la NMX-V-049-NORMEX, mismo que se refiere a la elaboración de bebidas alcohólicas que contienen Tequila, tales como licores, cremas, cócteles y bebidas alcohólicas preparadas.

Como unidad de verificación, cuenta con la acreditación y aprobación para emitir dictámenes de información comercial de bebidas alcohólicas en general previstas en la NOM-142-SSA1, además de contar con el reconocimiento como Tercero Autorizado ante la COFEPRIS para realizar la verificación del cumplimiento de la NOM-251-SSA1 relativo a las buenas prácticas de fabricación de bebidas alcohólicas en general incluyendo Tequila, así como la toma de muestras.

Adicionalmente, como laboratorio de pruebas, cuenta con el reconocimiento ante la COFEPRIS como Tercero autorizado para realizar las pruebas físico-químicas previas en la NOM-142-SSA1.

ACREDITACIONES, APROBACIONES Y AUTORIZACIONES DEL CRT

LABORATORIO DE PRUEBAS	NMX-EC-17025-IMNC-2006 ISO/IEC 17025: 2005 Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de ensayo y de Calibración.	1.- Métodos de prueba establecidos en la NOM-006-SCFI- Bebidas Alcohólicas- Tequila	DGN
		2.- Métodos de prueba establecidos en la NOM-142-SSA1- Bienes y servicios-Bebidas alcohólicas - Especificaciones sanitarias - Etiquetado sanitario y comercial	COFEPRIS
ORGANISMO DE CERTIFICACION	NMX-EC-17065-IMNC-2014 ISO/IEC GUIDE 65:1996 Requisitos Generales para Organismos que operan Sistemas de Certificación de Producto	1.- NOM-006-SCFI- Bebidas Alcohólicas- Tequila. 2.- NIXXV-049-NORMEX- Bebidas Alcohólicas que contienen Tequila	DGN
UNIDAD DE VERIFICACION	Norma NMX-EC-17020-2014 ISO/IEC 17020: 2012 Requisitos para el funcionamiento de diferentes tipos de organismos que realizan la inspección	1.- NOM-006-SCFI- Bebidas Alcohólicas- Tequila. 2.- NIXXV-049-NORMEX- Bebidas Alcohólicas que contienen Tequila.	DGNEMA
		3.- Información Comercial, NOM-142-SSA1- Bienes y servicios-Bebidas alcohólicas - Especificaciones sanitarias 4.- Tercero Autorizado para Toma de muestras 5.- Tercero Autorizado para Verificación de las BPM (NOM-251-SSA1)	COFEPRIS

Figura No. 1

Por lo tanto, el marco jurídico del CRT está conformado por la LFMN y su Reglamento, la Ley General de Salud, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, sus Estatutos Sociales y las normas mexicanas NMX-EC-17065, EC-17020 y EC-17025, mismas que contienen los requisitos para llevar a cabo actividades de evaluación de la conformidad.

Objetivos del CRT

Los objetivos del Consejo Regulador del Tequila son:

- Verificar y certificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana del Tequila.
- Salvaguardar la Denominación de Origen Tequila en México y en el extranjero
- Garantizar al consumidor la autenticidad del Tequila en México y en el extranjero.
- Generar información oportuna y veraz, útil a la cadena productiva Agave Tequila.

Características del CRT

- Es un organismo del sector privado
- Es una entidad sin fines de lucro
- Con alcance nacional e internacional
- Con personalidad jurídica propia
- Sus acciones son imparciales

Socios

El CRT está constituido por todos los miembros de la asociación, clasificados en: socios agricultores, socios productores de Tequila y socios envasadores/comercializadores, así como por representantes de las dependencias públicas de acuerdo a lo previsto en los artículos 68, 70-C, y 79 de la LFMN. En ese sentido, tanto en la asamblea general de socios como en el consejo directivo del CRT participan representantes de: Secretaría de Economía, Dirección General de Normas, PROFECO, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, Secretaría de Salud, y SAGARPA, principalmente.

2. Estructura orgánica del CRT

La estructura orgánica del CRT se encuentra prevista en los estatutos, y como característica única, se establece que el presidente de la asociación debe ser una persona con alta calidad moral reconocida en la sociedad y no debe contar con interés alguno dentro de la cadena productiva agave Tequila, ni ser funcionario público. Con ello se busca que sea una persona conciliadora, que se preocupe por el bien de toda la cadena productiva en beneficio del Tequila.

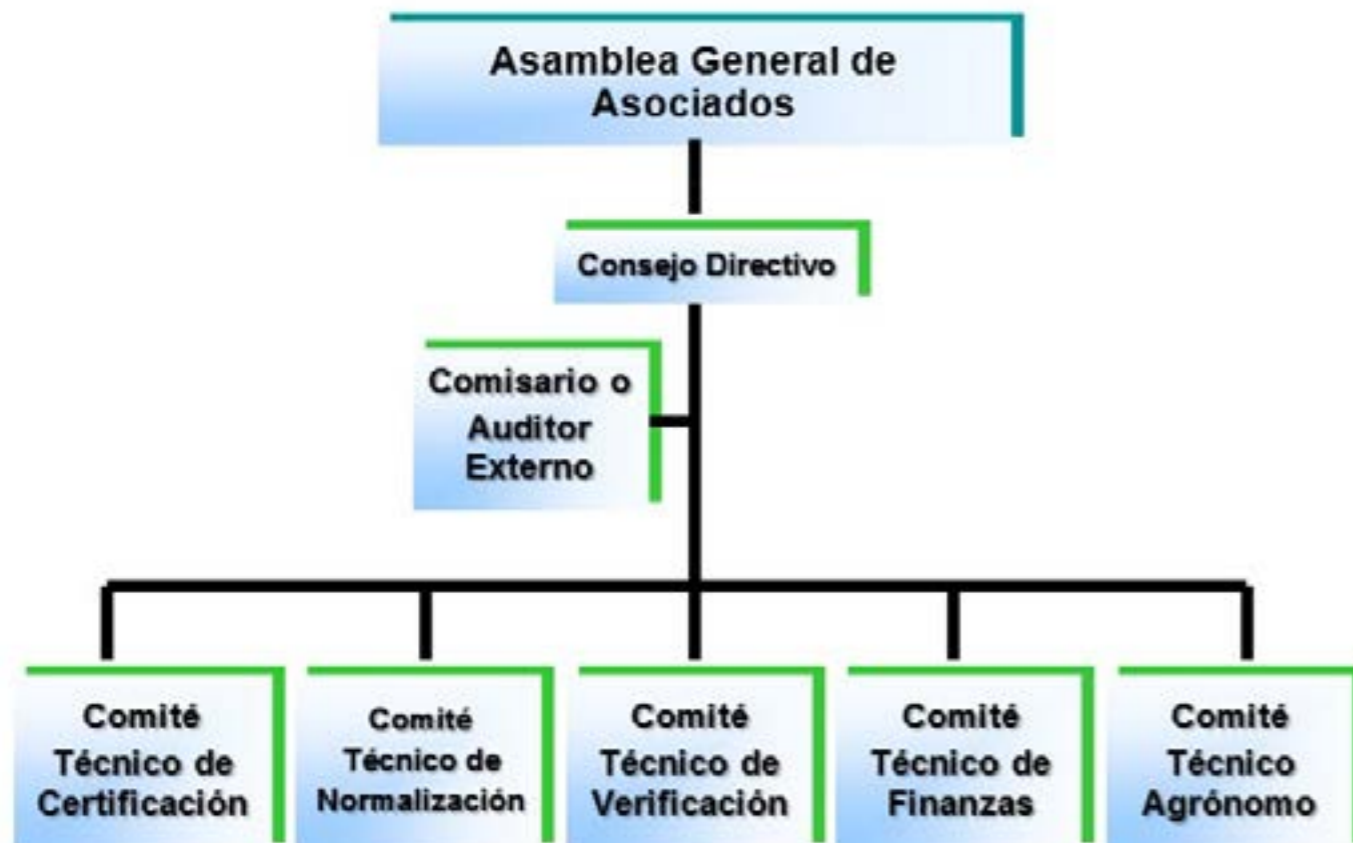


Figura 2

La Asamblea General: Constituida por todos los socios, es el órgano de

gobierno máximo del CRT.

Consejo Directivo: Son elegidos por la asamblea general y le corresponde la dirección de la asociación según las directrices marcadas por la asamblea general. Estará integrado por miembros de los tres sectores que conforman la cadena agroindustrial del Tequila (fabricantes, agricultores de agave y envasadores/comercializadores de Tequila) así como por consejeros honorarios, particularmente de dependencias públicas como DGN, IMPI, PROFECO, Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Jalisco y SAGARPA.

Comité Técnico de Certificación: la principal responsabilidad del Comité Técnico de Certificación es fijar los lineamientos y políticas para la certificación.

Revisar, investigar y dictaminar sobre el incumplimiento de las especificaciones contenidas en la norma del Tequila y en su caso, dar seguimiento a las apelaciones que se presenten ante este comité.

De acuerdo con el artículo 79 de la LFMN, el comité técnico de certificación estará integrado por técnicos calificados con experiencia, de los sectores productores, distribuidores, comercializadores, prestadores de servicios, consumidores, instituciones de educación superior y científica, colegios de profesionales, así como de aquellos que puedan verse afectados por sus actividades.

Comité Técnico de Normalización: La principal actividad de este Comité es detectar las necesidades de normalización en el sector Tequilero y promover la elaboración de las normas requeridas.

Comité Técnico de Verificación: La principal actividad del Comité Técnico de verificación es analizar, proponer, discutir y fijar los lineamientos y criterios para la verificación.

También constituye un órgano colegiado de apoyo, el cual puede emitir una opinión sobre casos específicos en que el comisionado técnico del CRT así

lo considere para el buen desarrollo de las actividades de verificación y, en su caso, dar seguimiento a las apelaciones que se presenten ante este comité en materia de verificación.

Comité Técnico Agronómico: La principal actividad del Comité Técnico Agronómico es analizar, proponer, discutir e investigar problemas técnicos del agave.

Comité de Finanzas: Este comité tiene la función de proponer los presupuestos de operación y manejo de los recursos financieros del CRT.

3. Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Evaluación de la conformidad

De acuerdo con la definición contenida en la LFMN, **Evaluación de la Conformidad** es la determinación del grado de cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas o la conformidad con las Normas Mexicanas, las Normas Internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

Por su parte, el Artículo 68 de la LFMN establece que: La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación **acreditados, y en su caso, aprobados** en los términos del artículo 70.

El propio artículo 68 establece que la acreditación de los organismos, laboratorios y unidades a que se refiere el párrafo anterior será realizada por las entidades de acreditación, para lo cual el interesado deberá:

- Presentar solicitud por escrito a la entidad de acreditación correspondiente, acompañando, en su caso, sus estatutos y propuesta de actividades.
- Señalar las normas que pretende evaluar, indicando la materia, sector, rama, campo o actividad respectivos y describir los servicios que pretende prestar y los procedimientos a utilizar.
- Demostrar que cuenta con la capacidad técnica, material y humana adecuadas, en relación con los servicios que pretende prestar, así como con los procedimientos de aseguramiento de calidad que garanticen el desempeño de sus funciones, y
- Otros que se determinen en esta Ley o su reglamento.

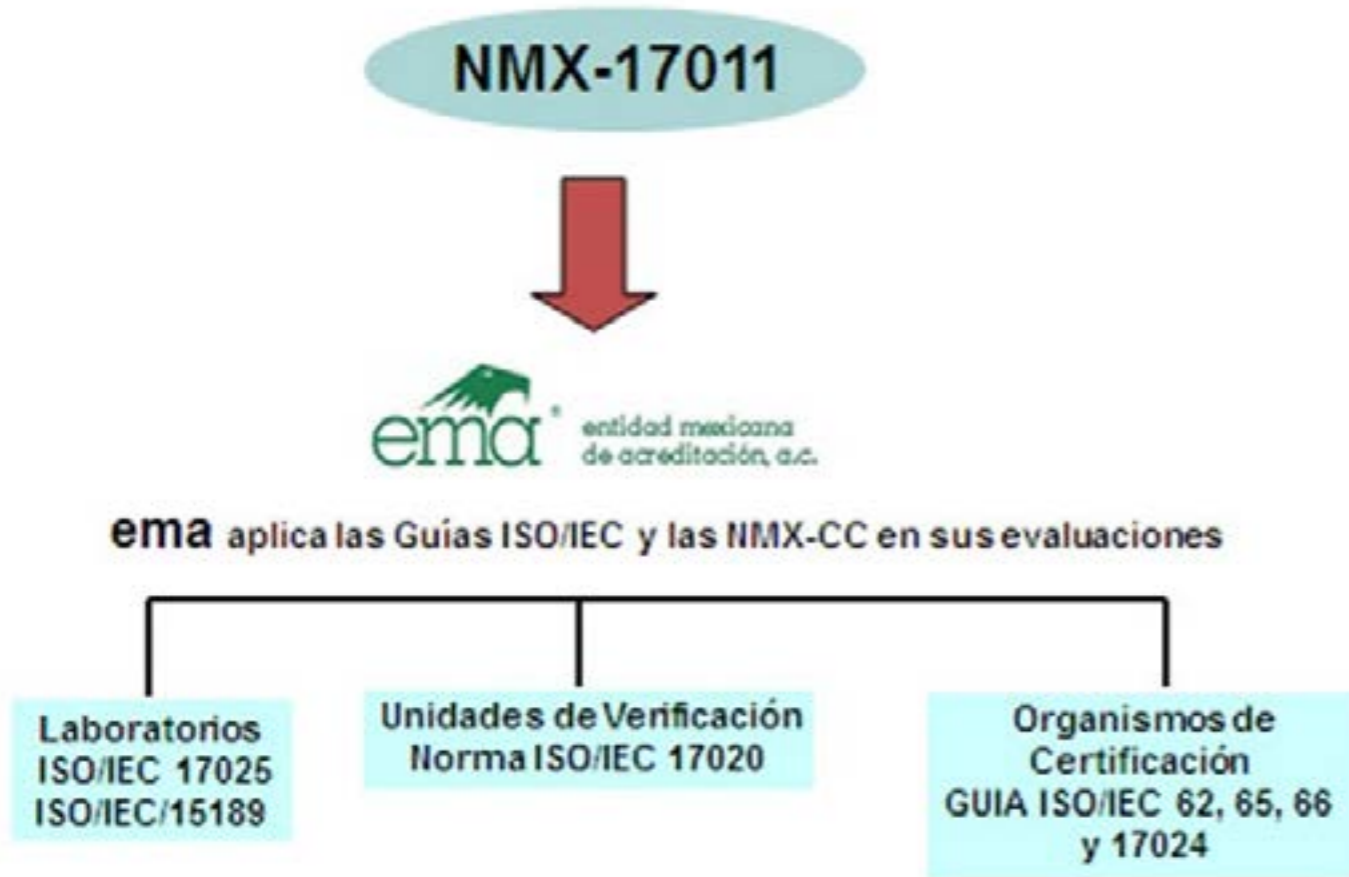
En este sentido, se entiende que cuando la LFMN hace alusión a organismos acreditados y en su caso, aprobados, se refiere a que éstos demuestren que cuentan con la adecuada capacidad técnica, material y humana, en relación con los servicios que pretende prestar, así como con los procedimientos de aseguramiento de calidad que garanticen el desempeño de sus funciones señalado en la fracción III del artículo 68 de la LFMN.

De la acreditación

En México existe un sólo organismo de acreditación conocido como Entidad Mexicana de Acreditación (EMA), quien lleva a cabo el acto mediante el cual reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad.

Sin embargo, para demostrar la adecuada capacidad técnica, material y humana, en relación con los servicios que pretende prestar, los organismos aspirantes deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Mexicanas respectivas, tal como se esquematiza en la siguiente figura:

Figura 3



Es importante mencionar que en términos generales, la EMA divide el contenido de las Normas Mexicanas ISO/ IEC 17025, ISO/ IEC 15189, ISO/ IEC 17020, Guía ISO/ IEC 62, 65, 66 y 17024 en dos partes, tal como se puede observar en el siguiente esquema:

Figura 4



Con lo anterior se busca, no sólo garantizar la competencia técnica de los organismos evaluadores de la conformidad, sino lo más importante, asegurar la credibilidad del quehacer de los mismos y hacer de la Evaluación de la Conformidad un esquema confiable.

Otro punto importante que es tomado en cuenta por la EMA durante las evaluaciones para la acreditación, son los manuales de procedimientos operativos, los cuales, en primera instancia deben estar actualizados con

las regulaciones vigentes (acuerdos, políticas, normas) y en segundo lugar, deben describir las actividades a realizar para constatar el cumplimiento con las normas. En otras palabras, las normas establecen los QUÉ a cumplir por parte de los productores y envasadores, mientras que los procedimientos establecen los CÓMO se constatan por parte del organismo de evaluación, qué dichos QUÉ's se cumplen en la práctica.

Figura 5



Por otra parte, la propia NOM-006-SCFI prevé que la evaluación de la conformidad, a solicitud de parte, se lleva a cabo exclusivamente por las

personas acreditadas y, en su caso, aprobadas por la SE para realizar dicha evaluación (Organismos de Certificación, Unidades de Verificación y Laboratorios de Ensayo -Prueba- o Calibración, según se trate), de conformidad con lo establecido por las políticas y procedimientos para la evaluación de la conformidad-Procedimientos de certificación y verificación de productos sujetos al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas competencia de la SE (PECS) publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 24 de octubre de 1997.

En un apartado adicional enfatiza que: *Para la evaluación de la conformidad de la autenticidad del Tequila y de todos los procesos y actividades necesarios para tal fin, conforme a esta NOM, será necesario que los Productores Autorizados y envasadores aprobados de la bebida del mismo nombre se sometan a un procedimiento de verificación permanente en las instalaciones de la planta en que se elabore o envase el producto, respectivamente.*

El Organismo Evaluador de la Conformidad debe elaborar un procedimiento que prevea, al menos, la verificación 'in situ' de las actividades de producción y/o envasado durante todo el tiempo en que se realicen las mismas en forma ininterrumpida.

En este sentido, vale la pena acotar que, de acuerdo con las definiciones contenidas en la LFMN, **verificación** es la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado. Por su parte, la LFMN define como **certificación**, el procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas, lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional o internacional.

Lo anterior implica que las Unidades de Verificación están facultadas para llevar a cabo visitas de verificación, para lo cual deberán cumplir con las formalidades previstas en los artículos 87, 92, 94, 97, 98 y 99 de la LFMN

resaltando las disposiciones de los artículos 87, 97 y 99 y 98 del RLFMN, mismos que establecen textualmente:

Artículo 87.- *El resultado de las operaciones que realicen las unidades de verificación se hará constar en un acta que será firmada, bajo su responsabilidad, por el acreditado, en el caso de las personas físicas, y por el propietario del establecimiento o por el presidente del consejo de administración, administrador único o director general de la propia unidad de verificación reconocidos por las dependencias, y tendrá validez una vez que haya sido reconocido por la dependencia conforme a las funciones que hayan sido específicamente autorizadas a la misma.*

Artículo 97.- *De toda visita de verificación se levantará acta circunstanciada en presencia de dos testigos, propuestos por la persona con quien se hubiere entendido la diligencia o por quien la practique, si aquella se hubiese negado a proponerlos.*

De toda acta se dejará copia a la persona con quien se entendió la diligencia, aunque se hubiese negado a firmar, lo cual no afectará la validez de la diligencia ni del documento de que se trate.

Artículo 99.- *Los visitados a quienes se haya levantado acta de verificación podrán formular observaciones en el acto de la diligencia y ofrecer pruebas en relación con los hechos contenidos en ella o, por escrito hacer uso de tal derecho dentro del término de 5 días hábiles siguientes a la fecha en que se haya levantado.*

Por su parte, el artículo 98 del Reglamento de la LFMN establece las reglas a cumplir por parte del personal que lleva a cabo las visitas de verificación y que se enuncian a continuación:

El personal de la autoridad competente o de la unidad de verificación acreditada y aprobada, comisionado para efectuar las visitas de verificación o comprobación deberá observar las siguientes reglas:

*Se presentará en la empresa con una **identificación vigente** en la que conste que está adscrito a la autoridad competente, o bien, a la unidad de verificación acreditada y aprobada. Dicha identificación deberá contener por ambos lados la leyenda siguiente: “Esta credencial autoriza a su portador a realizar la verificación solamente si exhibe el oficio de comisión correspondiente”; entregará el original del **oficio de comisión** a fin de que la persona que atiende la visita tenga conocimiento del objeto de la misma y en su caso, copia de la acreditación y aprobación correspondiente. Dicho oficio deberá indicar el domicilio y teléfono de la autoridad competente que ordena la visita con el fin de que los particulares que son visitados puedan verificar la procedencia de la misma;*

Solicitará a la persona que atiende la visita, nombre a dos personas que fungirán como testigos, en los términos del artículo 97 de la Ley;

Realizará una constatación ocular de los productos, métodos, procesos, sistemas o prácticas industriales, comerciales o de servicios que se encuentren en el establecimiento y en su caso, recabará muestras según sea el objeto de la visita.

Una vez realizada la verificación, procederá a levantar el acta con letra legible, sin tachaduras y asentando con toda claridad los hechos encontrados; Antes de cerrar el acta, dará vista a la empresa verificada a fin de que manifiesten lo que a su derecho convenga, y una vez leída el acta, firmarán al margen y al calce los que deseen hacerlo, la falta de alguno de ellos se hará constar en la misma, sin que esto invalide su contenido.

De conformidad con el Artículo 85 de la LFMN, los dictámenes de las unidades de verificación serán reconocidos por las dependencias competentes, así como por los organismos de certificación y en base a ellos podrán actuar en los términos de esta Ley y conforme a sus respectivas atribuciones.

Muestreos

Los muestreos están sujetos a las formalidades señaladas en los artículos 91, 93, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107 y 108 de la LFMN.

Concretamente, el **artículo 91** se refiere a la utilización de *laboratorios acreditados y aprobados* cuando se requieran mediciones *para comprobar el cumplimiento con una norma oficial mexicana*. Por su parte, el **Artículo 93** se refiere a que, si durante la primera verificación, se demuestra que *el producto o el servicio no cumplen satisfactoriamente las especificaciones, la Secretaría o la dependencia competente, a petición del interesado podrá autorizar se efectúe otra verificación en los términos de esta Ley*.

El **Artículo 101** establece quiénes son las personas facultadas para llevar a cabo *la recolección de muestras, cuántas deben ser y a quiénes se les entregan*, mientras que el **artículo 102**, en relación con el artículo 57, establece la posibilidad de que, en caso de encontrarse deficiencias en el producto muestreado y analizado, **la autoridad competente prohibirá de inmediato su comercialización, inmovilizando los productos, hasta que se acondicionen, reprocesen, reparen o sustituyan. De no ser esto posible, se tomarán las providencias necesarias para que no se usen o presten para el fin a que se destinarían de haber cumplido dichas especificaciones.**

Por su parte, el **Artículo 105** se refiere a *la notificación de los resultados dentro de un plazo de 5 días hábiles siguientes a la fecha de recepción del informe de laboratorio, a los fabricantes, o a los distribuidores, comerciantes o importadores. Si el resultado fuese en sentido desfavorable al productor, fabricante, importador, distribuidor o comerciante, la notificación se efectuará en forma tal que conste la fecha de su recepción.*

Por lo anteriormente expuesto, cuando la Unidad de Verificación requiere

llevar a cabo la toma de muestras, los análisis de éstas se llevan a cabo, invariablemente, en laboratorios acreditados y aprobados, siendo de vital importancia la confiabilidad de los resultados emitidos por estos laboratorios, ya que la unidad de verificación toma como propios dichos resultados y en base a ellos dictamina. Consecuentemente, si un análisis está mal hecho y la unidad de verificación dictamina en base a dicho análisis, el dictamen y consecuentemente la certificación, estarían determinados equivocadamente. De ahí la importancia de que cada ente involucrado tenga la capacidad técnica y la ética para llevar a cabo su actividad objetivamente.

Facilidades proporcionadas durante las visitas de verificación

De conformidad con el Artículo 96 de la LFMN: *Los productores, propietarios, sus subordinados o encargados de establecimientos industriales o comerciales en que se realice el proceso o alguna fase del mismo, de productos, instrumentos para medir o se presten servicios sujetos al cumplimiento de la presente Ley, tendrán la obligación de permitir el acceso y proporcionar las facilidades necesarias a las personas autorizadas por la Secretaría o por las dependencias para practicar la verificación, siempre que se cumplan los requisitos establecidos en el presente Título.*

Cuando los sujetos obligados a su observancia cuenten con un dictamen, certificado, informe u otro documento expedido por personas acreditadas y aprobadas en los términos de esta Ley, se reconocerá el cumplimiento con las normas oficiales mexicanas.

Inexactitudes en la información comercial

En congruencia con el contenido de la Norma del Tequila, el **Artículo 109 de la LFMN** establece que: *Cuando sean inexactos los datos o información contenidos en las etiquetas, envases o empaques de los productos, cualesquiera que éstos sean, así como la publicidad que de ellos se haga, la Secretaría o*

las dependencias competentes, de forma coordinada, podrán ordenar se modifique, concediendo el término estrictamente necesario para ello, sin perjuicio de imponer la sanción que proceda.

4. Declaración general de protección a la Denominación de Origen Tequila

El artículo 157 de la LPI, establece que la protección de las Denominaciones de Origen se inicia con la declaración que al efecto emita la Secretaría.

En congruencia con lo anterior, en 1974 México publicó la primera Declaración General de Protección a una Denominación de Origen, misma que correspondió al Tequila. Dicha declaración fue publicada en el Diario Oficial del 09 de diciembre de 1974, y en sus dos primeros puntos establece que la Denominación de Origen Tequila sólo podrá aplicarse a la bebida alcohólica del mismo nombre a que se refiere la Norma Oficial Mexicana (NOM) del Tequila establecida por la Dirección General de Normas de la hoy, Secretaría de Economía.

Por su parte, el punto TERCERO establece los estados y municipios que componen el “Territorio de Origen” conformado por todo el estado de Jalisco, 30 municipios del estado de Michoacán, 7 municipios del estado de Guanajuato, 8 municipios del estado de Nayarit y 11 municipios del estado de Tamaulipas.

En resumen, la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Tequila prevé la existencia de una Norma Oficial Mexicana y establece los estados y municipios que componen el Territorio de Origen.

Este territorio de origen es importante, ya que únicamente en esta zona geográfica se permite el cultivo del agave y la instalación de fábricas que se

dediquen a la elaboración de Tequila.

Como es de todos, conocido, el titular de las denominaciones de origen es el estado mexicano. En virtud de lo anterior, el artículo 169 de la Ley de la Propiedad Industrial establece que las personas físicas o morales pueden usar una Denominación de Origen siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos:

- Que directamente se dedique a la extracción, producción o elaboración de los productos protegidos por la Denominación de Origen.
- Que realice tal actividad dentro del territorio determinado en la declaración;
- Que cumpla con las Normas Oficiales establecidas por la Secretaría conforme a las leyes aplicables respecto a los productos de que se trate, y;
- Los demás que señala la declaración.

La autorización para usar una Denominación de Origen dura diez años, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud en la Secretaría y podrá renovarse por períodos iguales.

5. Vinculación entre denominación de origen y NOM

Como ya se mencionó, la Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Tequila establece que dicha Denominación, sólo podrá aplicarse a la bebida alcohólica del mismo nombre a que se refiere la Norma Oficial Mexicana (NOM) del Tequila.

A su vez, la Ley de la Propiedad Industrial establece que las personas físi-

cas o morales pueden usar una denominación de Origen siempre y cuando cumplan con las NOM establecidas por la Secretaría.

En complemento a los preceptos anteriores, el artículo 40, fracción XV de la LFMN establece como una de las finalidades de las NOM's, constituirse en apoyos a las denominaciones de origen para productos del país.

En ese orden de ideas, la expedición de la NOM del Tequila tiene como finalidad:

1. Buscar crear el escenario más adecuado para lograr que el Tequila, producto distintivo de nuestro país, continúe siendo un elemento de difusión de nuestra cultura y un reflejo de la calidad con la que cuenta la industria nacional.
2. Establecer las medidas de apoyo que sean necesarias para garantizar que los productos que posean una denominación de origen se apeguen a los referentes establecidos en la NOM correspondiente y, de esa manera, garanticen calidad a los consumidores, tanto en el mercado nacional como en el extranjero, y
3. Proporcionar a los sectores económicos involucrados en la producción y comercialización del Tequila las herramientas necesarias para controlar la inocuidad, calidad y propiedad sobre el producto que elaboran o comercializan.

De los preceptos legales anteriores se define claramente la vinculación entre Denominaciones de Origen previsto en la LPI y NOM a que hace referencia la LFMN.

6. Norma Oficial Mexicana del Tequila

Vale la pena mencionar que el Tequila cuenta con una norma desde 1949, la cual ha sufrido modificaciones buscando ser un instrumento útil para

garantizar la calidad, autenticidad e inocuidad del Tequila. Por ello ha ido incorporando elementos tales como características de la materia prima, métodos analíticos de vanguardia, buenas prácticas de manufactura, información comercial que deberá ser verídica, así como elementos que permitan la rastreabilidad del Tequila, desde el origen de las materias primas hasta su comercialización.

En este sentido, hoy por hoy, los pilares fundamentales de la NOM del Tequila son los siguientes:

Establece los requisitos a cumplir en el abasto de agave, la producción, envasado, comercialización, información y prácticas comerciales vinculadas a la bebida alcohólica destilada, denominada Tequila.

Establece que **todo** el Tequila debe estar **certificado** previo a su comercialización.

Para la evaluación de la conformidad de la autenticidad del Tequila y de todos los procesos y actividades necesarios para tal fin, conforme a esta NOM, *será necesario que los productores autorizados y envasadores aprobados de la bebida del mismo nombre se sometan a un procedimiento de verificación permanente en las instalaciones de la planta en que se elabore o envase el producto, respectivamente.*

El Organismo Evaluador de la Conformidad debe elaborar un procedimiento que prevea, al menos, *la verificación 'in situ'* de las actividades de producción y/o envasado durante el tiempo en que se realicen las mismas, en forma ininterrumpida.

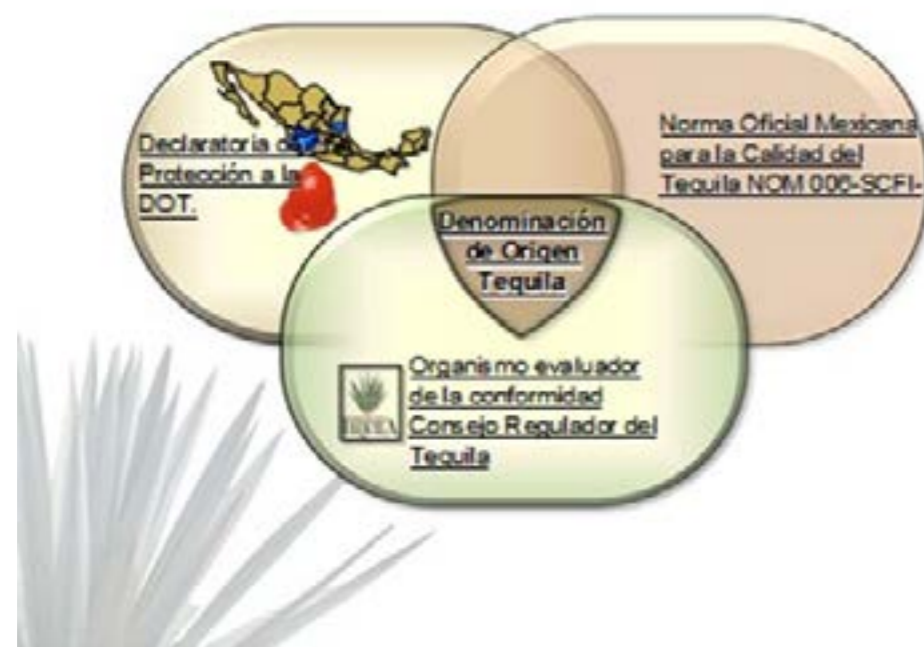
La evaluación de la conformidad se lleva a cabo exclusivamente por las personas acreditadas y, en su caso, aprobadas por la SE para realizar dicha evaluación (Organismos de Certificación, Unidades de Verificación y Laboratorios de Ensayo -Prueba- o Calibración, según se trate), de conformidad con lo establecido por las políticas y procedimientos para la evaluación de la conformidad-Procedimientos de certificación y verificación de produc-

tos, sujetos al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas competencia de la SE (PECS).

Por lo tanto, el esquema de protección primario de la denominación de origen Tequila lo conforman: La Declaratoria General de Protección a la Denominación de Origen, la Norma Oficial Mexicana y el Organismo Evaluador de la Conformidad.

Figura 6

PRINCIPALES ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN TEQUILA



Si bien el objetivo de este capítulo no es revisar el contenido de la NOM del Tequila, conviene aclarar que además de los requisitos que la propia NOM prevé, se incluye un apartado que establece textualmente:

Referencias. Para la comprobación de las especificaciones establecidas en la

presente NOM, se aplicarán las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan y que se mencionan a continuación.

Normas oficiales mexicanas

NOM-030-SCFI-2006, información comercial de cantidad en la etiqueta-especificaciones.

NOM-106-SCFI-2000, características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial.

NOM-251-SSA1-2009, prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 2010.

NORMA Oficial Mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014, bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.

NOM-127-SSA1-1994, salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Normas mexicanas

NMX-V-004-NORMEX-2014, bebidas alcohólicas-determinación de fural-métodos de ensayo (prueba)

NMX-V-005-NORMEX-2014, bebidas alcohólicas-determinación de aldehídos, ésteres, metanol y alcoholes superiores métodos de ensayo (prueba)

NMX-V-006-NORMEX-2014, bebidas alcohólicas-determinación de azúcares reductores directos y totales-métodos de ensayo (prueba)

NMX-V-013-NORMEX-2014, bebidas alcohólicas-determinación del contenido alcohólico (por ciento de alcohol en volumen a 293 K) (20°C) (% Alc. Vol.)-métodos de ensayo (prueba)

NMX-V-017-NORMEX-2015, bebidas alcohólicas-determinación de extracto seco y cenizas-métodos de ensayo (prueba)

NMX-V-049-NORMEX-2004, bebidas alcohólicas-bebidas alcohólicas que contienen Tequila-denominación, etiquetado y especificaciones.

Como es de suponerse, estas normas referenciadas en la NOM del Tequila también son de cumplimiento obligatorio.

Además de las normas ya mencionadas en el caso del Tequila, existen documentos regulatorios adicionales, entre los que podemos mencionar los siguientes:

Políticas y procedimientos para la evaluación de la conformidad. Procedimientos de certificación y verificación de productos sujetos a Normas Oficiales Mexicanas, competencia de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (POLEVAS).

Las POLEVAS se derivan de la disposición prevista en el artículo 73 de la LFM, la cual señala que, cuando se trate de Normas Oficiales Mexicanas, las dependencias competentes establecerán los procedimientos para la evaluación de la conformidad.

Son de observancia para los fabricantes, envasadores y comercializadores de Tequila, los siguientes artículos de las POLEVAS:

Artículo 12. En el caso de productos que cuenten con denominación de origen y que están sujetos a cumplimiento con la NOM, se aplicarán las siguientes medidas:

Se deberá dar cumplimiento a los procedimientos de certificación que aparecen en el apéndice A del anexo 9 de las POLEVAS;

La certificación anual a que se refiere el inciso anterior, se sujetará a verificación *in situ*, precisamente en la planta de fabricación y/o envasado del producto, de conformidad con los procedimientos señalados en el inciso anterior. La verificación a que se refiere este inciso, se utilizará para cancelar, en su caso, el certificado correspondiente y la que se efectúe;

Cuando se requiera el certificado de exportación de producto, éste se expedirá por lote mediante el procedimiento previsto en el apéndice A del anexo 9 de las POLEVAS.

Artículo 24. En aquellos casos en que el resultado de la verificación haya sido negativo, o cuando la misma no pueda llevarse a cabo por causa imputable al interesado, la DGN o el organismo de certificación correspondiente, comunicará de inmediato a las autoridades competentes y al titular del mismo la suspensión o cancelación del certificado NOM, sin perjuicio de las sanciones que procedan.

Ley General de Salud.- De acuerdo con el artículo 217 de esta Ley, se consideran bebidas alcohólicas, aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción mayor del 2% Alc.Vol.

Por su parte, el artículo 218 establece que toda bebida alcohólica deberá ostentar en los envases la leyenda precautoria “EL ABUSO EN EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO ES NOCIVO PARA LA SALUD”; por lo tanto, esta leyenda es obligatoria.

Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios.- El reglamento de control sanitario de productos y servicios establece que, dentro de las bebidas alcohólicas, quedan comprendidas las siguientes:

- Bebidas fermentadas
- Bebidas destiladas
- Licores
- Bebidas alcohólicas preparadas y cócteles.

Por su parte, la fracción XVIII del apéndice del reglamento establece que la leyenda precautoria deberá exhibirse en letras mayúsculas, tipo helvética

condensada, en colores contrastantes con el fondo, en caracteres fácilmente legibles. Alrededor de dicha leyenda deberá haber un espacio mínimo de 3 mm. Las dimensiones de las letras están previstas en dicho reglamento y son proporcionales al tamaño de los envases.

En resumen, la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas, es la encargada de emitir la Norma Oficial Mexicana del Tequila. La evaluación de la conformidad es llevada a cabo por el CRT y la Procuraduría Federal del Consumidor con funciones de autoridad ejecutoria, son los actores básicos para proteger tanto los intereses de los consumidores, como los garantes de la protección de la Denominación de Origen Tequila.

Adicionalmente, considerando que el Tequila es una denominación de origen y además es una bebida alcohólica, también es competencia del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial y de la Secretaría de Salud velar porque el producto, además de cumplir con la Norma particular, cumpla con disposiciones aplicables a las denominaciones de origen y a las bebidas alcohólicas en general tales como la Ley de la Propiedad Industrial, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios por lo que se refiere a la potabilidad de la bebida, la información comercial, y la publicidad que se haga de los mismos.

7. Programas para el fortalecimiento de la DOT

Buscando un desarrollo sustentable de la cadena productiva Agave- Tequila, se han llevado a cabo actividades particularmente en tres ejes fundamentales; estos tres ejes lo conforman, 1) Investigación y desarrollo, 2) Fortalecimiento a la protección de la DOT en México y el mundo, y 3)

Responsabilidad social.

Investigación y Desarrollo

En el tema de la **investigación y desarrollo** podemos citar, de manera general, proyectos estratégicos como la elaboración de un inventario de agave disponible que nos ayude a conocer cuánto agave existe, de qué edad son las plantas, ubicación exacta, datos del productor y estado fitosanitario. Esta información es importante para poder planear e integrar la cadena productiva y evitar sobresaltos costosos como los que han sucedido en el pasado. Un efecto adicional es que, contar con esta información, coadyuvaría a una integración efectiva entre la producción de agave, la elaboración y comercialización del Tequila.

También es importante el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico **permanente** en temas como valorización de las alternativas de uso del agave, buscando aprovechar el 100% de la planta, elaboración de jarabe de agave, obtención de fructanos, conversión del bagazo en composta, carbón o bioetanol para combustible, autenticidad, **fitosanidad**, productividad y mejoramiento genético.

Fortalecimiento a la protección de la Denominación de Origen Tequila

El tema del **fortalecimiento a la protección de la DOT** en México y el mundo, lo podemos subdividir en actividades de protección propiamente y actividades de difusión.

En el tema de protección, además de los acuerdos ya existentes, se deben sumar otros pero, sobre todo, es necesario ponerlos en práctica en beneficio del Tequila. Entre los acuerdos ya existentes se puede mencionar el Arreglo de Lisboa relativo a la protección de las DO's, del cual son miembros

26 países; también está la inclusión del Tequila como DO o producto distintivo de México en todos los TLC que ha firmado México, como miembro de la Organización Mundial de Comercio (OMC) y firmante del Acuerdo sobre los aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC)

Más recientemente se han logrado acuerdos muy importantes como el Acuerdo de reconocimiento en el sector de bebidas espirituosas entre México y la Unión Europea firmado en 1996.

Por otra parte, y aprovechando otras opciones que nos brinda la legislación sobre propiedad industrial, se ha logrado el registro de la palabra Tequila como marca colectiva o marca de certificación, esto gestionado por el CRT conjuntamente con el IMPI, con los siguientes resultados;

Figura 7

REGISTROS INTERNACIONALES OTORGADOS

País	Figura	Año
Canadá	Marca Nominativa	1979
Sudáfrica	Marca de Certificación	2004
China (caracteres chinos y castellano)	Marca de Certificación	2006
China	Denominación de Origen	2014
Unión Europea (28 países)	Marca Colectiva	2008
Uruguay	Registro como Denominación de Origen	2008
Honduras	Registro como Denominación de Origen	2009
Costa Rica	Registro como Denominación de Origen	2009
Panamá	Registro como Denominación de Origen	2009
Paraguay	Marca	2009
Ecuador	Registro como Denominación de Origen	2009
Colombia	Registro como Denominación de Origen	2010
Tailandia	Registro como Denominación de Origen	2012
Rusia	Registro como Denominación de Origen	2012
Australia	Marca de Certificación	2012
Nicaragua	Registro como Denominación de Origen	2012
Chile	Registro como Denominación de Origen	2012
India	Registro como Denominación de Origen	2013
El Salvador	Registro como Denominación de Origen	2014
Filipinas	Registro como Marca Colectiva	2014
Brasil	En Proceso	2015

Mención especial merecen las acciones llevadas a cabo por el CRT en el ámbito del **apoyo y colaboración** con otros organismos e instituciones interesadas en la protección a las indicaciones geográficas. A la fecha, se tienen convenios de colaboración con la denominación de origen calificada **Rioja**, la Denominación de Origen **Ribera del Duero**, la Denominación de Origen **Brandy de Jerez** y el convenio de colaboración con el **Laboratorio de Salud Pública de Madrid**.

En complemento a lo anterior, el CRT es miembro de ORIGIN, organismo no gubernamental con sede en Ginebra Suiza, con más de 80 organizaciones de productores de indicaciones geográficas de todo el mundo, representando más de 2.5 millones de productores cuyos objetivos son promover las indicaciones geográficas como una herramienta para el desarrollo y un medio para proteger los conocimientos tradicionales, y luchar por una mejor protección de las Indicaciones Geográficas a nivel nacional, regional e internacional.

Gracias a los trabajos realizados alrededor de la cadena productiva del Tequila, así como de los apoyos brindados a otras organizaciones similares en el mundo, el CRT logró la presidencia de Origin en el período 2009- 2015. Otra alternativa de protección al Tequila es buscar que la Organización Mundial de Aduanas (OMA) reconozca y exija el Certificado de Exportación de Tequila emitido por el CRT como único documento para permitir el ingreso de Tequila en los 171 países miembros de la OMA. Si se logra este reconocimiento, se abatiría sustancialmente la comercialización de productos apócrifos provenientes de diversos países como Sudáfrica, Argentina, Australia, Nueva Zelanda; y por otra parte, tanto los fabricantes mexicanos, como el CRT, podrían garantizar la rastreabilidad del Tequila exportado. Esta medida puede resultar decisiva para deslindar responsabilidades en casos como cuando el consumo de productos apócrifos representa riesgo o daños a la salud de los consumidores.

La protección del Tequila en México se logra a través de una colaboración permanente con las autoridades, principalmente el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), Secretaría de Economía, Secretaría de Salud, Sistema de Administración Tributaria (SAT) y la PROFECO, obviamente con el apoyo de otras autoridades federales, estatales y municipales.

Como resultados tangibles de estas actividades de protección, se han destruido aproximadamente 2,5 millones de litros de productos apócrifos, tanto en México como en el extranjero, destacando el apoyo de países como Francia, Estados Unidos, Grecia y Uruguay, en esta tarea.

Para consolidar el esquema de protección a las denominaciones de origen en México también es necesario llevar a cabo acciones de fondo en el ámbito legal, como es el caso de la modificación al Artículo 252 del Código Penal del Estado de Jalisco, publicada el 5 de Mayo del 2011 en el que se considera **fraude al consumidor**: al que produzca o venda productos que **no cumplan con la NOM aplicable**. Quien viole esta disposición, se expone a una pena que va desde seis meses hasta diez años de prisión. Sin duda este logro a nivel estatal es muy importante, no sólo por la herramienta que representa para el combate frontal a la piratería y falsificación, sino porque representa un precedente muy importante para buscar modificaciones a nivel federal, particularmente en el Artículo 224bis de la Ley de Propiedad Industrial y 194 del Código Federal de Procedimientos Penales, buscando tipificar como delito grave la **utilización indebida de una Denominación de Origen**, así como la modificación al Artículo 464 de la Ley General de Salud para considerar **adulteradas las bebidas alcohólicas que no cumplan con la NOM** y modificaciones a los Artículos 241 y 242 del Código Penal Federal para considerar como delito utilizar Certificados de Cumplimiento falsos.

Paralelamente, la propuesta legislativa prevé la armonización de la Ley de la Propiedad Industrial de México con la legislación internacional, incluir el concepto de marcas de certificación e indicaciones geográficas, incluir el

concepto de competencia desleal, así como la realización de operativos permanentes de las autoridades federales, estatales y municipales.

Por supuesto, las acciones llevadas a cabo para fortalecer la protección a las denominaciones de origen deben incluir forzosamente un programa de difusión **“educando al consumidor”** a nivel nacional e internacional, tanto de las disposiciones existentes para proteger la propiedad industrial y la exclusividad del Tequila como producto mexicano y las consecuencias en caso de violación, como la importancia que reviste la denominación de origen para el país y la región, tanto por tratarse de un producto distintivo del país, como por los beneficios que genera, tales como empleo desde el campo hasta la comercialización y fuente de recursos por concepto de impuestos, pero también otros beneficios colaterales como el arraigo de las personas a su lugar de origen, mejorar el nivel de vida de las zonas rurales, etc.

Responsabilidad Social

La **responsabilidad social** es un renglón de la mayor importancia en atender para el fortalecimiento de las Denominaciones de Origen.

De hecho, la responsabilidad social es la esencia misma de las denominaciones de origen. Si denominación de origen es el nombre de una región que sirve para designar un producto originario de esa región cuya calidad y características se deben fundamentalmente al medio geográfico, comprendiendo los factores naturales y humanos, lo lógico es que parte de los beneficios que se obtengan por el aprovechamiento de esta propiedad industrial regrese a la zona de origen.

De hecho, las Denominaciones de Origen, Indicaciones Geográficas, Marcas Colectivas o de Certificación, son elementos que pueden ser utilizados por los países en desarrollo como medio para vender sus bienes como producto local y, por lo tanto, deben ser una forma de obtener beneficios de la propiedad industrial en países que no cuentan con capital para la gener-

ación de conocimientos patentables.

Estos beneficios no únicamente se deben referir al aspecto económico. Más importante aún es el hecho de que este beneficio dé un marco de desarrollo sustentable, es decir *“satisface las necesidades esenciales de la generación presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades esenciales de las generaciones futuras”*. Lo anterior implica repartición de la riqueza, cuidado de los recursos naturales y cuidado al medio ambiente.

Ejemplos concretos de proyectos liderados por el CRT en estos renglones lo constituyen el Distintivo T y La Ruta del Tequila (www.rutadeltequila.org.mx) así como el programa de investigación que incluye la posibilidad de aprovechar el 100% de la planta de agave y sus componentes, el tratamiento de las descargas residuales, la reutilización del agua y la disminución de gases efecto invernadero.

La Denominación de Origen Tequila no sólo puede beneficiar a la cadena productiva, estamos convencidos que se pueden obtener más beneficios para más gente. Bajo esa premisa, La Ruta del Tequila busca aprovechar estos factores naturales y humanos para atraer al turismo a la región y obtener los beneficios que ello implica. Entre los atractivos que se busca aprovechar están El Paisaje Agavero (declarado patrimonio de la humanidad desde el año 2006 por la UNESCO), las antiguas haciendas tequileras, las ruinas arqueológicas de los Guachimontones, las minas de ópalo y obsidiana, así como ecoturismo. Para ello es necesario llevar a cabo inversiones en infraestructura, capacitación, compromiso e involucramiento de las autoridades. Hasta ahora los resultados son muy halagadores.

Entre las inversiones en infraestructura podemos mencionar, señalización, remodelación de restaurantes, cantinas, hoteles, mejora de caminos y puentes, etc. Una buena parte de la inversión beneficiará a la región incluida en la Ruta del Tequila que comprende los municipios de Teuchitlán, Ahualulco de Mercado, Etzatlán, Antonio Escobedo, El Arenal, Amatitán, Tequila

y La Magdalena.

Compartiendo experiencias

Convencido que las indicaciones geográficas son una forma de obtener beneficios de la propiedad industrial, el CRT ha apoyado a otras denominaciones de origen nacionales como: el Mezcal, el Chile Habanero, el Mango Ataulfo del Soconusco de Chiapas, el Sotol, el Café de Veracruz, la Talavera, la Charanda y la Bacanora.

Por otra parte, hemos atendido invitaciones para compartir nuestras experiencias en distintos foros internacionales auspiciados por la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), la OEA, IPRTA Forum, así como organismos administradores de la propiedad industrial en países como; Colombia, Venezuela, Brasil, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Ecuador, China, India, y México.

8. El futuro de la Denominación de Origen Tequila

Es indiscutible las ventajas que supone contar con productos reconocidos como Denominaciones de Origen porque, como ya se dijo, ésta sería una modalidad de propiedad intelectual para los países en desarrollo cuando no cuentan con capital para la generación de conocimientos patentables.

En el caso del Tequila, las principales ventajas de contar con la Denominación de Origen se pueden resumir en lo siguiente:

-Contar con productos certificados-

Lo anterior se traduce en una garantía de calidad e inocuidad para el

consumidor.

Crea beneficios a toda la cadena productiva.

Se obtiene Reconocimiento nacional e internacional sobre la calidad del producto.

Existe una Norma Oficial Mexicana que establece los requisitos de carácter obligatorio para garantizar la autenticidad y originalidad del Tequila.

Se cuenta con el Consejo Regulador del Tequila, el cual garantiza la autenticidad del producto.

A través del CRT, se promueve el consumo de estos productos distintivos y se combate los casos de falsificación, adulteración y competencia desleal. Se atiende las demandas de los consumidores, ya que actualmente la tendencia es hacia la calidad y no a la cantidad.

Las denominaciones de origen son imputables a los países y a las regiones. La Denominación de Origen Tequila no se crea, se reconoce.

Una denominación de origen es sinónimo de originalidad, no se deslocaliza como los productos genéricos.

Una denominación de origen es un **reconocimiento** a una calidad ligada a una zona geográfica; es un reconocimiento a un origen, avalada por un organismo evaluador de la conformidad que establece los mecanismos de control y supervisión que garantizan esa autenticidad.

Sin embargo, existen áreas de oportunidad donde es prioritario trabajar para fortalecer el esquema de protección de esta propiedad industrial. Solamente a manera de ejemplo, podemos mencionar los siguientes casos:

En México, la Ley de la Propiedad Industrial olvidó que el principal fundamento de una denominación de origen es brindar los elementos, tanto materiales como humanos para regularla, vigilarla y protegerla, por lo que la Denominación de Origen del Tequila quedó con una legislación insuficiente.

Es muy importante que la legislación mexicana sobre denominaciones de

origen se revise para armonizarla con la legislación prevista en el Acuerdo sobre los aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC); como ya se sabe, los ADPIC establecen los niveles de protección mínimos, pero cada país puede elevar el grado de control de acuerdo a sus propias necesidades. Por ejemplo, podría considerarse delito penal el mal uso de una denominación de origen.

En esta revisión tal vez valdría la pena incorporar los conceptos de indicaciones geográficas, marcas colectivas y marcas de certificación como otras herramientas de protección. Estos esquemas pueden ser la opción en países que no reconocen, y por lo tanto, no cuentan con legislación en materia de denominaciones de origen.

Además de lo anterior, convendría armonizar los criterios generales contenidos en las normas oficiales mexicanas con los criterios asumidos en otros países o regiones, eso facilitaría la aplicación práctica de los acuerdos de reconocimiento y facilitaría la circulación de productos en un mercado globalizado.

El marco normativo nacional es susceptible de perfeccionamiento, sin embargo, es indispensable obtener un consenso de la industria a efecto de presentar un frente común ante legisladores y desvirtuar a los detractores del esquema de las denominaciones de origen.

Bajo la complejidad del sistema legal nacional e internacional, la defensa de las denominaciones de origen también debe buscar apoyo en estrategias comerciales, fundamentalmente entre los involucrados en las cadenas productivas.

9. Conclusiones

Es indudable que el crecimiento de la cadena productiva Agave Tequila va aparejado al inicio de operaciones del Consejo Regulador del Tequila

en 1994. En este sentido, el trabajo del CRT lo podemos dividir en dos grandes rubros: 1) La evaluación de la conformidad, y 2) La coordinación de actividades tendientes a fortalecer la cadena productiva. Podríamos decir que la evaluación de la conformidad le ha dado seriedad a la denominación de origen puesto que existe un garante de la autenticidad, originalidad, calidad e inocuidad del Tequila.

Sin embargo, conscientes que lo anterior no es suficiente, el CRT ha incursionado atinadamente en actividades complementarias tendientes a fortalecer el esquema de protección a la denominación de origen y garantizar el crecimiento sustentable de la cadena productiva, buscando que los beneficios lleguen a más gente de la región. En este esfuerzo ha vinculado a la iniciativa privada, al gobierno e instituciones académicas, creando un modelo de colaboración innovador y con mucho futuro.

Como todo producto de calidad, el Tequila que se conoce actualmente es el producto de una evolución constante a través del cual han intervenido distintas variables como son las de carácter económico, social, cultural y, por supuesto, la incorporación de conocimientos agrícolas, técnicos y comerciales.

El Tequila es una denominación de origen. Sin embargo, el Tequila no es sólo producto de la tierra, sino de la técnica y el ingenio de los hombres, evoluciona y cambia según el uso social al que se destina.

Consideramos que no sólo el mercado y la demanda, han condicionado el éxito del Tequila sobre otras bebidas alcohólicas, tampoco la calidad de las tierras elegidas para el cultivo del agave, el clima o los procesos de producción por sí solos. No hay, frente a lo que parece, determinismo geográfico o islotes privilegiados. Hacer un producto de mayor o menor calidad depende en gran medida de a dónde se quiera llegar.

Para ello es absolutamente necesario organizarse, establecer alianzas, buscar el equilibrio y fijar objetivos comunes entre los distintos sectores que conforman la cadena productiva, elaborar reglas y, finalmente, contar con un organismo encargado de vigilar que esos equilibrios se mantengan y que los objetivos y las reglas se cumplan, de otra manera no se puede avanzar a ningún lado. Esto es lo que ha hecho la cadena productiva Agave-Tequila a través del CRT y es la clave de su éxito.

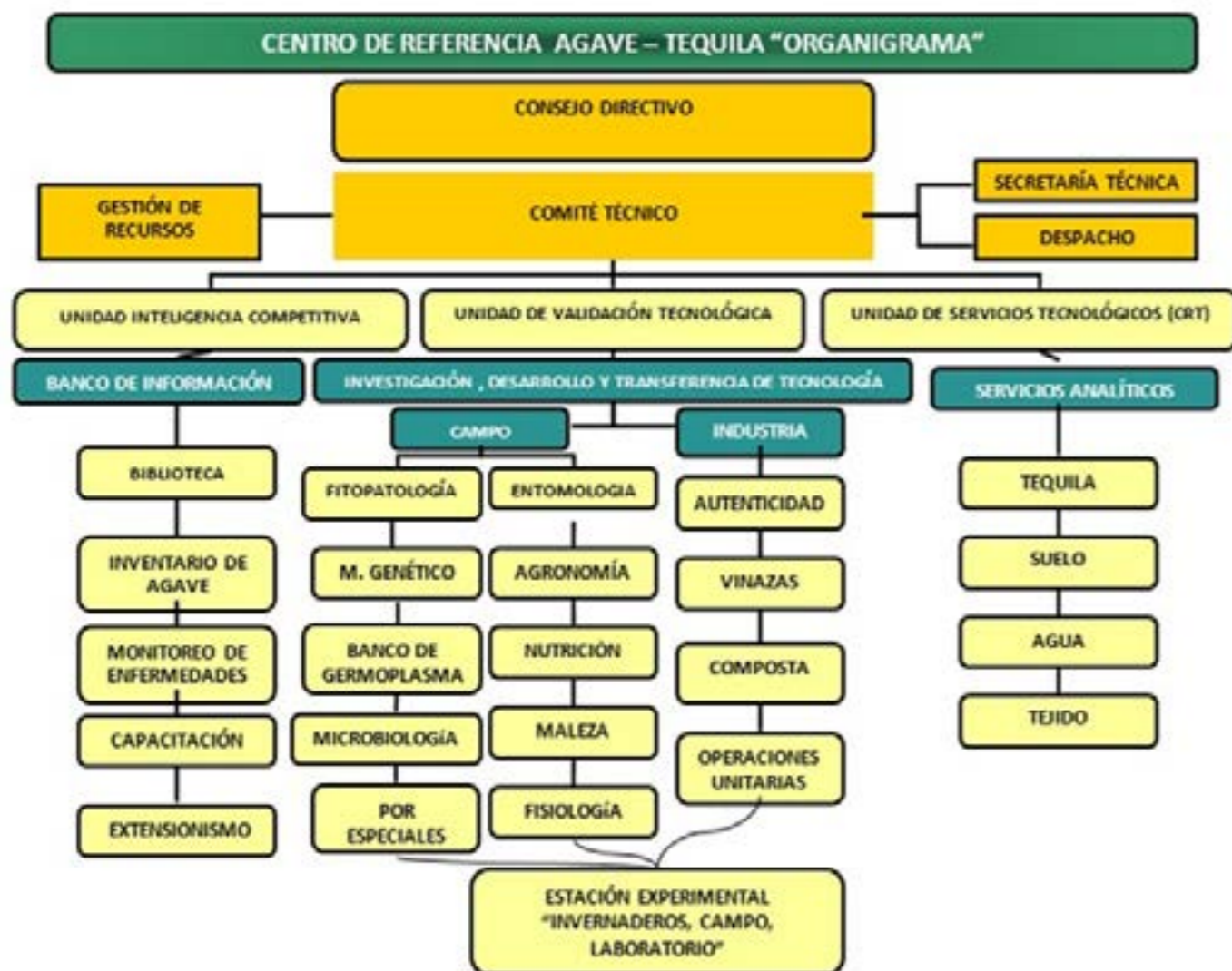
10. Perspectivas

Es indudable que el trabajo liderado por el CRT ha dado resultados, sin embargo, falta mucho por hacer, principalmente en los renglones de difusión, capacitación, mayor firmeza en la aplicación de los acuerdos, leyes y normas a nivel nacional e internacional, consolidar alianzas estratégicas, porque el mayor peligro que enfrenta el Tequila es la competencia desleal.

Por otra parte, se debe establecer un programa marco en investigación y desarrollo para atender a toda la cadena productiva Agave-Tequila en temas que van desde la sistematización del cultivo del agave con todo lo que ello implica (como manejo adecuado del suelo, nutrición, uso responsable de pesticidas, control de maleza y plagas, control de enfermedades y mejoramiento genético, buscando, tanto la rentabilidad del cultivo, como el control de la erosión del material genético del agave); mejoras y alineación de los procesos industriales, con miras a una mayor eficiencia de los mismos, incorporación de nuevos conocimientos, abatir costos, proyectos relativos a garantizar, por métodos científicos, la autenticidad del Tequila, inocuidad alimentaria del campo a la mesa, manejo responsable de las descargas residuales, aprovechamiento de subproductos, transferencia de tecnología y formación de recursos humanos calificados en toda la cadena productiva,

además de expertos en propiedad industrial, para conformar un Centro de Referencia del Agave y el Tequila para el Desarrollo Sustentable. Todo ello sin vulnerar los elementos que le han dado el carácter distintivo del Tequila, su calidad y autenticidad.

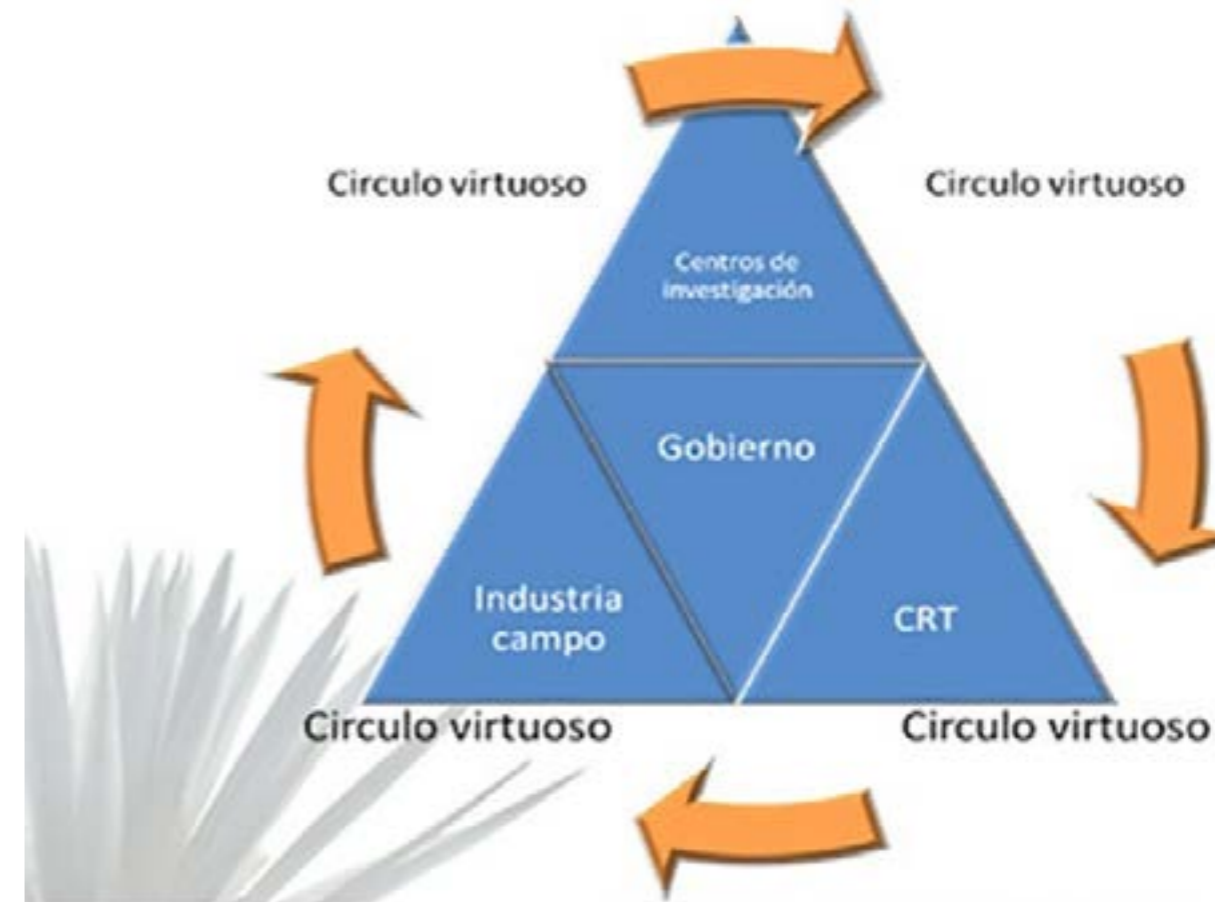
Figura 8



Todo lo anterior debe ser visto como una política de estado y, por lo tanto, debe llevarse a la práctica de la mano con el gobierno, la cadena productiva Agave-Tequila, el CRT, los centros de investigación y academia.

Figura 9

EXPECTATIVAS PARA FORTALECER UNA RED DE VALOR



Se está trabajando en el camino correcto para que el Tequila siga siendo un producto distintivo, ejemplo de lo que podemos hacer los mexicanos y regalo de México para el mundo.

Bibliografía

Ley Federal Sobre Metrología y Normalización. Publicado el 1o de julio de 1992 en el DOF y reformado por decreto publicado el 20 de mayo de 1997 en el DOF. Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización. Publicado el 14 de enero de 1999 en el DOF.

Ley General de Salud, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984 y reforma publicada en el DOF el 24 de abril de 2013.

Reglamento de control sanitario de productos y servicios. Publicado en el DOF del 9 de agosto de 1999 y DECRETO por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios, y del Apéndice del mismo, publicado en el DOF, el 28 noviembre de 2012

Estatutos del Consejo Regulador del Tequila Asociación Civil 1996. Ley de la Propiedad Industrial. Publicado en el DOF el 27 de junio de 1991 y modificado por decreto publicado el 2 de agosto de 1994 en el DOF.

Declaración General de Protección a la Denominación de Origen Tequila publicado en el DOF el 09 de diciembre de 1974 y modificaciones publicadas el 13 de octubre de 1977, 3 de noviembre de 1999 y 26 de junio de 2000 respectivamente en el DOF.

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012. Bebidas Alcohólicas Tequila-Especificaciones. Publicado en el DOF el 13 de diciembre de 2012.

Políticas y procedimientos para la evaluación de la conformidad. Procedimientos de certificación y verificación de productos sujetos a Normas Oficiales Mexicanas, competencia de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (POLEVAS). Publicado el 24 de octubre de 1997 en el DOF y modificaciones publicadas el 29 de febrero del 2000 y 24 de mayo del 2000, respectivamente, en el DOF.

http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips_03_s.htm <http://www.origin-gi.com/>

<http://www.rutadelTequila.org.mx> <http://www.iprtaforum.org>)

Sistema de propiedad industrial en México y su importancia en la industria Tequilera

Un panorama práctico de la materia

*Mtra. Larisa Cruz Ornelas y
Lic. Ricardo Ramírez Gamboa*

Contenido

Resumen	83
Introducción	84
1. Importancia y vinculación con la industria tequilera	84
Signos distintivos	87
Figuras jurídicas y principios	87
Búsqueda fonética	92
Búsqueda gráfica o figurativa	93
2. Nociones básicas	93
Lo registrable y lo no registrable	93
3. Uso adecuado de las marcas	97
Formas de explotación de la marca	97
Renovación de una marca registrada	99
Conservación de derechos	100
4. Nuevas herramientas en materia de signos distintivos	102
<i>Marca en línea</i>	102
5. Sistema de oposición en México	104
Funcionamiento del sistema de oposición	105
Protocolo de Madrid	105
Procedimiento de la solicitud internacional ante el IMPI (DDM)	107
6. Denominación de origen. Concepto y alcance de la protección	108
Definición legal y Marco jurídico internacional	109
7. Nociones básicas de invenciones	113
8. Perspectivas y conclusiones	120
La importancia del uso de la propiedad industrial como herramienta de innovación en la industria del Tequila	120
Situación en México	121
Jalisco	125
Bibliografía	126

Resumen

Actualmente la generación del conocimiento es uno de los principales activos con los que cuentan las nuevas economías en los países avanzados, los llamados activos intangibles son y deben ser utilizados como herramienta y motor de riqueza.

Los países evolucionados son (y serán) los que desarrollen y posean tecnología, creaciones intelectuales e innovaciones, de tal suerte que esos son los que llegan a ser fundamentales para el progreso de un país. Sin embargo, para que estos elementos diferenciadores funcionen y se exploten de manera adecuada, deberán protegerse a través de los canales apropiados, es decir, a través de los derechos de propiedad intelectual. En específico, en este capítulo nos referiremos a la propiedad industrial como una herramienta jurídica valiosa para hacer uso conveniente y seguro de los elementos distintivos, de las creaciones e innovaciones de una empresa, industria, o incluso de un país, tal como lo son las marcas, las patentes y, por supuesto, la Denominación de Origen que en este caso nos ocupa: El Tequila.

Es fundamental para cualquier empresa en este medio, conocer y utilizar de manera óptima los derechos de propiedad intelectual generados por la industria, con objeto de ser más competitivos, contar con seguridad jurídica en el mercado y protegerse de ser invadidos y no invadir derechos de propiedad intelectual de terceros.

Es trascendental tener conciencia de la importancia que tiene el uso del sistema de propiedad intelectual, en particular la industrial para los activos intangibles que generan las empresas, pues con esta herramienta se obtienen derechos de explotación exclusiva en el territorio del país que concede durante tiempo determinado (en algunos casos los derechos son renovables), logrando con eso una importante ventaja competitiva en el comercio, además, brindar seguridad jurídica y comercial al momento de empre-

der un negocio o una campaña de posicionamiento de marca, porque al momento que es concedido un derecho de propiedad industrial, su titular tiene la certeza de poder explotarlo exclusivamente y de no invadir derechos intelectuales de terceros por constituirle mientras se encuentra vigente la propiedad. El objetivo final de este artículo es hacer conciencia dentro de la industria que nos ocupa sobre temas cruciales donde el sector deberá prestar la debida atención y asesorarse de la manera más adecuada posible. Es decir, el objetivo es fomentar la cultura de la propiedad intelectual, en particular los derechos de propiedad industrial en uno de los sectores más relevantes en México, no sólo por el valor a la economía nacional que se cuantifica en millones de dólares, sino por la riqueza cultural e identidad que confiere al país: la industria del Tequila.

Introducción

1. Importancia y vinculación con la industria tequilera

Actualmente, en todo el mundo la generación de conocimiento y su debida protección son fundamentales para el crecimiento y permanencia de una empresa o, incluso, de una industria entera, es así como esos conocimientos se convierten en los activos intangibles y son una de las bases más importantes para el impulso de la economía en los países desarrollados; por ejemplo, la marca de una empresa puede sustentar toda su existencia, sin la cual no visualizaríamos a la misma, tal es el caso, por citar un ejemplo, de la marca Apple®, en el año 2016¹ la empresa Interbrand® la señaló como la marca con más valor del mundo, de aproximadamente 178,119 millones de dólares americanos, pudiendo percibir de este modo la importancia del registro y protección de un activo intangible que, dicho en otras palabras,

1. <http://interbrand.com/best-brands/best-global-brands/2016/ranking/>

la importancia radica en la protección del elemento identificador de un producto en el mercado por medio del cual, el público consumidor reconoce su prestigio y calidad, por lo que es necesario entender la manera en que podemos proteger este patrimonio, precisamente por medio del uso del sistema de propiedad industrial como la herramienta jurídica adecuada para proteger y defender estos activos, como las marcas, las patentes y por supuesto la Denominación de Origen, entre otros.

En el caso de la industria tequilera el desarrollo de nuevas marcas, como puede ser una denominación, un logotipo o bien, el propio diseño de un envase, son lo que da ventaja competitiva dentro de este mercado cada vez más pujante y exigente, por lo que resulta evidente, no sólo conocer el sistema, sino saber administrar y gestionar todo ese patrimonio que se ha protegido a través de esta herramienta.

Concepto de propiedad intelectual

Resulta importante definir algunos conceptos para adentrarnos a conocer sobre el Sistema de Propiedad Industrial en México. Para la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, en adelante nos referiremos como la OMPI, se define como “La propiedad intelectual (P.I.) tiene que ver con las creaciones de la mente: las invenciones, las obras literarias y artísticas, los símbolos, los nombres, las imágenes y los dibujos y modelos utilizados en el comercio.

La propiedad intelectual se divide en dos categorías: la propiedad industrial, que incluye las invenciones, patentes, marcas, dibujos y modelos industriales e indicaciones geográficas de procedencia; y el derecho de autor, que abarca las obras literarias y artísticas como las novelas, los poemas y las obras de teatro, las películas, las obras musicales, las obras de arte, tales como los dibujos, pinturas, fotografías y esculturas, y los diseños arquitectónicos”.²

Propiedad industrial y derecho de autor

El maestro Rafael de Pina señala que la propiedad industrial debe entenderse como: “La manifestación o modalidad de la propiedad, representada por el derecho exclusivo al uso de un nombre comercial, marca, patente (ahora también modelos de utilidad, diseños industriales) avisos comerciales y denominación de origen conferido de acuerdo con la legislación correspondiente”³.

De acuerdo al Mtro. Castrejón García, el derecho de autor, es “el reconocimiento que hace el estado en favor de todo creador de obras literarias y artísticas previstas en el artículo 13 de la Ley Federal del Derecho de Autor, en virtud del cual otorga su protección para que el autor goce de prerrogativas y privilegios exclusivos de carácter personal y patrimonial. Los primeros integran el llamado derecho moral y los segundos el patrimonial”⁴.

En suma, los derechos de propiedad intelectual son los derechos exclusivos de la creatividad del ser humano que se puede dividir en derecho de autor -obras artísticas y literarias- y la propiedad industrial, que a su vez se divide en dos principales ramas: signos distintivos e invenciones.

Es importante destacar que los derechos de autor no requieren de registro para su protección, basta que la idea se plasme en un soporte material para que el derecho nazca, por ejemplo: un escritor puede tener en su mente la idea del tema y desarrollo de una novela, sin embargo, no estará protegida sino hasta que el autor los plasme en un papel o en un archivo de su computadora, es decir, que escriba la novela.

2. <http://www.wipo.int/about-ip/es/>

3. Castrejón García, Gabino E. Tratado Teórico práctico de los derechos de autor y propiedad industrial. Editoriales Cárdenas - Editor Distribuidos. México. 2001/ Pág. 657. PP. 897.

4. Ídem Castrejón García, Gabino E. Pág. 47

Lo mismo será en el caso de un poeta, no nacerá su derecho sino hasta que plasme su poesía en algún tipo de soporte, como en un cuaderno, libreta, etc. Luego entonces, los registros que se obtienen ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor (Indautor) son meramente declarativos. Ahora bien, esa es la gran diferencia con la propiedad industrial, ésta última se logra únicamente con la obtención del registro, o en su caso, una patente ante la autoridad competente, siendo en México el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI).

Por lo tanto, una persona se convierte en propietario de un derecho de propiedad industrial hasta que obtiene un título de registro o en su caso, un título de patente.

Resulta ineludible que para una organización, institución pública o privada, y en este caso particular refiriéndonos a la Industria Tequilera, conocer, educar y fomentar la cultura de la propiedad intelectual de manera interna, se convierte en un tema toral, lo cual se traducirá en contar con mejores prácticas para **identificar, proteger y administrar de manera adecuada sus activos intangibles.**

Signos Distintivos

Como ya se ha señalado, la propiedad industrial se divide en signos distintivos e invenciones, iniciaremos con el primero de ellos.

Figuras jurídicas y principios

Los signos distintivos son aquellos elementos identificadores que nos ayudan a distinguir productos y servicios, como pueden ser las marcas, marcas colectivas, los avisos comerciales, nombres comerciales y las denomi-

naciones de origen, en México la Ley de Propiedad Industrial (LPI) regula estas figuras jurídicas.

Iniciaremos con la **marca**: de acuerdo a la LPI se entiende por marca a todo signo visible que distinga productos o servicios de otros de su misma especie o clase en el mercado⁵.

El Mtro. David Rangel Medina señala que: “se considera como marca el signo de que se valen los industriales, comerciantes y prestadores de servicios para diferenciar sus mercancías o servicios de sus competidores”⁶. Por su parte, el manual de la OMPI sobre propiedad industrial, al respecto señala: “Por marca se entiende un signo, una combinación de signos que diferencian los productos o servicios de una empresa de las de los demás. Estos signos pueden ser palabras, letras, números, fotos, formas y colores, así como toda combinación de los mismos”⁷.

Ahora bien, las marcas, en el derecho mexicano, pueden ser nominativas, innominadas, tridimensionales y mixtas.

Las marcas nominativas son aquellas en las cuales sólo se protege la denominación como tal, es decir, si yo quiero proteger la palabra Flor para etiquetar mi producto, por ejemplo, ropa, se protegerá únicamente la palabra Flor como tal, sin ningún tipo de diseño o color.

Las marcas innominadas son aquéllas en las cuales se protegerá únicamente el diseño, sin ningún tipo de denominación, por ejemplo, si una persona desea proteger el logotipo gráfico de su negocio exclusivamente, podrá solicitar ante el IMPI la protección de ese diseño en particular.

5. Art. 8 de la Ley de propiedad industrial (LPI)

6. Rangel Medina, David Derecho Intelectual. Editorial Mc Graw Hill. México. 1999. Pág. 62 PP. 225

7. OMPI, Manual: Principios Básicos de la Propiedad Industrial, Pág. 14 <http://www.wipo.int/about-ip/es/>

La marca tridimensional es aquélla que protege formas en tres dimensiones, como las que pudiera tener una botella de Tequila.

Nos referimos a la marca mixta cuando existe una combinación de cualquiera de los tres tipos de marcas mencionadas, por ejemplo: podemos ingresar una solicitud ante el IMPI, en donde deseamos que nuestra denominación esté acompañada de un gráfico o logotipo y que se proteja de manera conjunta.

Las marcas se rigen por tres principios básicos que son: territorialidad temporalidad y especialidad.

La territorialidad se refiere al ámbito de protección de la marca, es decir, una vez que el registro de marca es otorgado, tendrá validez en todo el territorio nacional, lo que significa que únicamente será en México la protección, esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que si una empresa o persona física con actividad en el comercio desea realizarla fuera de territorio nacional, deberá saber que, a fin de tener su marca protegida en el país donde entrará su producto en el comercio, deberá solicitar el registro en el país de su interés.

Resulta importante abordar el derecho de prioridad, el cual surge en el Convenio de París de 1883. Es el tratado internacional en el cual se reconoce el derecho de prioridad, en su artículo 4 inciso A.1 y C.1 que a la letra dice:

“A.1) Quien hubiere depositado regularmente una solicitud de patente de invención, de modelo de utilidad, de dibujo o modelo industrial, de marca de fábrica o de comercio, en alguno de los países de la unión o su causahabiente, gozará, para efectuar el depósito en otros países, de un derecho de prioridad durante los plazos fijados más adelante en el presente.

C.1) Los plazos de prioridad arriba mencionados serán de doce meses para las patentes de invención y los modelos de utilidad, y de **seis meses** para los dibujos o modelos industriales y **para las marcas de fábrica o de comercio**”⁸. Lo anterior resulta extremadamente útil para presentar solici-

tudes en diversos países en caso que se prevea expandir la comercialización de productos o servicios y se requiera proteger una marca.

En el tema de territorialidad resulta sustancial hablar de la adhesión al protocolo concerniente al arreglo de Madrid relativo al registro internacional de marcas. La adhesión al protocolo por parte de México fue aprobada por el Senado de la República en 2012, adoptada el 27 de junio de 1989 y modificada el 3 de octubre de 2006 y el 12 de noviembre de 2007⁹. El instrumento de adhesión fue depositado ante la OMPI el pasado 19 de noviembre de 2012 con vigencia a partir del 19 de febrero de 2013¹⁰.

El convenio es un instrumento internacional que establece un procedimiento mediante el cual, a partir de la presentación de una sola solicitud internacional y la constitución de un registro, el titular de una marca puede solicitar la protección de la misma por los miembros de este tratado. Puede presentarse directamente en la propia oficina del país contratante. En nuestro caso se puede presentar ante el propio IMPI en un sólo idioma y con un grupo de tasas en una misma moneda. Cada país se reserva el derecho a determinar si concede o niega la protección de dicha marca de conformidad con su legislación interna, características que otorgan amplias ventajas al usuario del sistema. Más adelante, en el presente trabajo se abundará más en el tema, sin embargo, cabe destacar que México cuenta con una nueva herramienta para que los usuarios puedan acceder a la protección de su marca a varios países, tema crucial en un mundo totalmente globalizado, por lo que resulta de máximo interés¹¹.

8. <http://www.wipo.int/treaties/es/ip/paris/>

9. comunicacion.senado.gob.mx/index.php/periodo-ordinario/boletines/3561-boletin-1004-avala-senado-adhesion-de-mexico-al-protocolo-de-madrid-sobre-marcas.html

10. http://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2012/article_0024.html

11. Para mayor información en el tema se puede consultar <http://www.wipo.int> o directamente a http://www.wipo.int/export/sites/www/madrid/es/legal_texts/pdf/madrid_protocol.pdf

La **temporalidad**: característica relativa a las marcas que refiere a la duración de la vigencia del registro que se obtuvo de la autoridad competente, es decir, una vez que el IMPI otorgue un registro marcario, éste tendrá una duración de 10 años y contarán a partir de la fecha en que se ingresó la solicitud. Es decir, si se ingresó una marca para su estudio ante la autoridad competente el 12 de agosto de 2010 y ésta es otorgada, su fecha de vigencia será hasta el 12 de octubre de 2020, lo que significa que el titular del derecho deberá renovarla seis meses antes de que venza la vigencia o máximo seis meses posteriores a dicha fecha, de lo contrario, perderá ese derecho y registro en clara referencia al artículo 95 de La Ley de Propiedad Industrial¹².

El principio de **especialidad** se refiere a que las solicitudes de marca deberán referirse a un producto o servicio en específico, lo anterior tiene su fundamento en la ley de la materia en su artículo 93. En México será conforme a la clasificación internacional de Niza, que es una clasificación de productos y servicios que se aplica para el registro los signos distintivos. La clasificación de Niza fue establecida en virtud de un acuerdo concluido en la Conferencia Diplomática de Niza de 1957 con el nombre de: Arreglo de Niza, relativo a la clasificación internacional de productos y servicios para el registro de las marcas, se revisó en Estocolmo en 1967 y en Ginebra en 1977, y se enmendó en 1979.¹³

Las ventajas de observar la clasificación internacional se origina en el sentido de que se facilitará la utilización del sistema para los extranjeros al estandarizarse la clasificación en todos los países, teniendo una particular importancia en los casos en que se reclama la prioridad.

12. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpi.htm>

13. Página Web de la OMPI/http://www.wipo.int/treaties/es/classification/nice/summary_nice.html

Respecto a la clasificación, siguiendo el Arreglo de NIZA, en México tenemos 34 clases de productos y 11 clases de servicio.

El ámbito de protección se limitará a los productos o servicios que se señale en la clase solicitada; por ejemplo, si una persona desea registrar su marca para servicios de educación, actividades artísticas y culturales deberá solicitarla en la clase 41; sólo puede señalarse una clase por cada solicitud de registro de marca que se ingrese para su estudio y en su caso, si procede, su otorgamiento.

Actualmente el IMPI ofrece herramientas que pueden guiar al usuario en la búsqueda de la clase que corresponda de acuerdo al producto o servicio al cual pertenezca su actividad en específico, en el siguiente link:

<http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/vistas/common/validador/marcanetProductos.pgi#>¹⁴.

Búsqueda fonética

La búsqueda fonética es una herramienta que nos permite saber si la denominación que se desea ingresar en la solicitud de registro de marca ya está registrada por un tercero (otorgada) o bien, si existe una solicitud ingresada en espera de ser otorgada con la misma denominación, o también si existe otorgada o solicitada previamente una marca semejante en grado de confusión, éste resultado permitirá que el posible solicitante evalúe las probabilidades u oportunidades para obtener un registro de su marca.

Actualmente se puede realizar una búsqueda fonética de manera gratuita vía internet a través del portal <http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/>

14. Consultado el 3 de Marzo de 2017

Búsqueda gráfica o figurativa

Como se señaló antes, los logotipos o gráficos también pueden ser sujetos a registro (marca innominada) o bien, la denominación acompañada de un diseño (mixta), por lo que también es recomendable verificar si la marca que se pretende registrar, en este caso el logotipo o diseño, ya ha sido registrada o solicitada ante el IMPI. El servicio de búsqueda figurativa también puede hacerse en línea en la página: www.impi.gb.mx

2. Nociones básicas

Lo registrable y lo no registrable

Hemos señalado los tipos de marcas que pueden ser solicitadas ante el IMPI, así como la importancia de la búsqueda fonética y gráfica, sin embargo, es importante conocer qué puede constituir una marca.

La ley de la materia nos señala que podrán ser los siguientes signos:

- Las denominaciones y figuras visibles suficientemente distintivas, susceptibles de identificar los productos o servicios a que se apliquen o traten de aplicarse frente a los de su misma especie o clase,
- Las formas tridimensionales,
- Los nombres comerciales y denominación o razón social, y
- El nombre propio de una persona física, siempre que no se confunda con marca registrada o un nombre comercial publicado¹⁵.

Todo lo anterior siempre y cuando no se encuentre dentro de los impedimentos señalados en los artículos 4 y 90 de la Ley de Propiedad Industrial.

15. Art. 89 de Ley de la Propiedad Industrial.

No serán registrables como marca:

- A) Las denominaciones, figuras o formas tridimensionales animadas o cambiantes, que se expresan de manera dinámica, aun cuando sean visibles;
- B) Los nombres técnicos o de uso común de los productos o servicios que pretenden ampararse con la marca, así como aquellas palabras que, en el lenguaje corriente o en las prácticas comerciales, se hayan convertido en la designación usual o genérica de los mismos;
- C) Las formas tridimensionales que sean del dominio público o que se hayan hecho de uso común y aquellas que carezcan de originalidad que las distinga fácilmente, así como la forma usual y corriente de los productos, o la impuesta por su naturaleza o función industrial;
- D) Las denominaciones, figuras o formas tridimensionales que, considerando el conjunto de sus características, sean descriptivas de los productos o servicios que traten de protegerse como marca. Quedan incluidas en el supuesto anterior las palabras descriptivas o indicativas que en el comercio sirvan para designar la especie, calidad, cantidad, composición, destino, valor, lugar de origen de los productos o la época de producción;
- E) Las letras, los dígitos o los colores aislados, a menos que estén combinados o acompañados de elementos como signos, diseños o denominaciones que les den un carácter distintivo;
- F) La traducción a otros idiomas, la variación ortográfica caprichosa o la construcción artificial de palabras no registrables;
- G) Las que reproduzcan o imiten, sin autorización, escudos, banderas o emblemas de cualquier país, estado, municipio o divisiones políticas equivalentes, así como las denominaciones, siglas, símbolos o emblemas de organizaciones internacionales, gubernamentales, no gubernamentales o de cualquier otra organización reconocida oficialmente, así como la designación verbal de los mismos;
- H) Las que reproduzcan o imiten signos o sellos oficiales de control y ga-

- I) Las que reproduzcan o imiten los nombres o la representación gráfica de condecoraciones, medallas u otros premios obtenidos en exposiciones, ferias, congresos, eventos culturales o deportivos, reconocidos oficialmente;
- J) Las denominaciones geográficas, propias o comunes, y los mapas, así como los gentilicios, nombres y adjetivos, cuando indiquen la procedencia de los productos o servicios y puedan originar confusión o error en cuanto a su procedencia;
- K) Las denominaciones de poblaciones o lugares que se caractericen por la fabricación de ciertos productos para amparar éstos, excepto los nombres de lugares de propiedad particular, cuando sean especiales e inconfundibles y se tenga el consentimiento del propietario;
- L) Los nombres, seudónimos, firmas y retratos de personas, sin consentimiento de los interesados o, si han fallecido, en su orden, del cónyuge, parientes consanguíneos en línea directa y por adopción, y colaterales, ambos hasta el cuarto grado;
- M) Los títulos de obras intelectuales o artísticas, así como los títulos de publicaciones y difusiones periódicas, los personajes ficticios o simbólicos, los personajes humanos de caracterización, los nombres artísticos y las denominaciones de grupos artísticos, a menos que el titular del derecho correspondiente lo autorice expresamente;
- N) Las denominaciones, figuras o formas tridimensionales, susceptibles de engañar al público o inducir a error, entendiéndose por tales las que constituyan falsas indicaciones sobre la naturaleza, componentes o cualidades de los productos o servicios que pretenda amparar;
- Ñ) Las denominaciones, figuras o formas tridimensionales, iguales o semejantes a una marca que el Instituto estime o haya declarado notoriamente

conocida en México, para ser aplicadas a cualquier producto o servicio. Este impedimento procederá en cualquier caso en que el uso de la marca cuyo registro se solicita:

- a) Pudiese crear confusión o un riesgo de asociación con el titular de la marca notoriamente conocida; o
- b) Pudiese constituir un aprovechamiento no autorizado por el titular de la marca notoriamente conocida; o
- c) Pudiese causar el desprestigio de la marca notoriamente conocida; o
- d) Pudiese diluir el carácter distintivo de la marca notoriamente conocida.

Este impedimento no será aplicable cuando el solicitante del registro sea titular de la marca notoriamente conocida, y

O) Las denominaciones, figuras o formas tridimensionales, iguales o semejantes en grado de confusión a una marca que el Instituto estime o haya declarado famosa en términos del capítulo II BIS de la Ley de Propiedad Industrial, para ser aplicadas a cualquier producto o servicio.

Este impedimento no será aplicable cuando el solicitante del registro sea titular de la marca famosa.

P) Una marca que sea idéntica o semejante en grado de confusión a otra en trámite de registro, presentada con anterioridad o, a una registrada y vigente aplicada a los mismos o similares productos o servicios. Sin embargo, sí podrá registrarse una marca que sea idéntica a otra ya registrada si la solicitud es planteada por el mismo titular para aplicarla a productos o servicios similares, y

Q) Una marca que sea idéntica o semejante en grado de confusión, a un nombre comercial aplicado a una empresa o a un establecimiento industrial, comercial o de servicios, cuyo giro preponderante sea la elaboración o venta de los productos o la prestación de los servicios que se pretendan amparar con la marca, y siempre que el nombre comercial haya sido usado

con anterioridad a la fecha de presentación de la solicitud de registro de la marca o la de uso declarado de la misma.

Lo anterior no será aplicable cuando la solicitud de marca la presente el titular del nombre comercial, si no existe otro nombre comercial idéntico que haya sido publicado.¹⁶

3. Uso adecuado de las marcas

Debido a que los activos intangibles son de gran valor, es primordial que se conozca que la correcta protección de la marca inicia por su propio titular, ya que el buen o mal uso puede, en un momento dado, determinar el valor de la misma en ese momento o en el futuro y que las acciones que se tomen respecto a ella pueden ser en beneficio, o bien, causar su deterioro, y en el peor de los casos, su pérdida.

Las marcas registradas deben ser utilizadas con el símbolo MR o ®, de conformidad con el artículo 131 de la Ley de Propiedad Industrial.

La leyenda “marca registrada”, las siglas “M.R.” o el símbolo ® sólo podrá ostentarse junto a la marca registrada cuando identifique los productos o servicios para los cuales la marca se encuentre registrada.

La marca deberá usarse en territorio nacional, tal como fue registrada, o con modificaciones que no alteren su carácter distintivo¹⁷.

Formas de explotación de la marca

La marca, como activo intangible, es susceptible de que se pueda vender, licenciar, gravar, etc., como cualquier otro bien.

16. Ver art. 90 de la Ley de Propiedad Industrial

17. Art. 128 de la Ley de Propiedad Industrial.

Se entiende que la marca es explotada cuando se utiliza por su titular o bien, por quien tiene derecho a hacerlo, ya sea por medio de una licencia, o por un me-dio legal adecuado, y será ilegítima cuando un tercero al titular esté utilizándola sin contar con el permiso o autorización correspondiente.

La explotación puede ser:

- A) Lícita: titular o terceros. A través de terceros será, por ejemplo: transmisión de derechos, licencias de uso o franquicias.
- B) Ilícita: cuando no se tiene permiso del titular y puede generar infracciones y delitos, las cuales pueden ser combatidas por la vía penal, vía administrativa y vía civil, ésta última para el pago de daños y perjuicios.

Respecto a la explotación ILÍCITA por terceros, debemos señalar que los derechos de propiedad industrial son bienes y que, como tales, puede realizarse su explotación comercial, en este caso, a través de contratos de transmisión de derechos, licencias de uso o franquicias. No existe formalidad establecida para los contratos en la Ley de Propiedad Industrial, la única formalidad, es la señalada en la legislación común. Sin embargo, estos contratos deberán inscribirse ante el IMPI para que surtan efecto en perjuicio de terceros, de conformidad al artículo 136 de la LPI.

La licencia de uso es el convenio más común al que recurren los titulares de las marcas. Aunque el auge de las franquicias¹⁸ es cada vez mayor, nos referiremos brevemente al contrato de licencia de uso: convenio a través del cual, el titular de la marca concede a una o más personas el uso de su marca en relación con todos o algunos de los productos o servicios en que está registrada.

Intervienen:

Licenciante.- es el titular del derecho al uso exclusivo de un signo o signos distintivos y quien permite el uso de la(s) misma(s) a terceros.

18. Art. 142-143 BIS 3 de la Ley de Propiedad Industrial.

Licenciatario.- es el adquirente del uso del signo o signos distintivos.

Renovación de una marca registrada

La vigencia de una marca registrada es de 10 años, contados a partir de la fecha en que se solicitó formalmente su registro, su titular debe vigilar la fecha de vigencia, ya que debe solicitar su renovación en los períodos que marca la Ley de Propiedad Industrial. La renovación del registro de una marca deberá solicitarse por el titular dentro de los seis meses anteriores al vencimiento de su vigencia, o bien, seis meses después a la terminación de la vigencia del registro; vencido este plazo sin que se presente la solicitud de renovación, el registro caducará¹⁹.

Uso de la marca. El titular deberá estar usando (explotando) la marca de manera ininterrumpida, de lo contrario podría considerarse que no está usando la marca, lo que representaría ser susceptible de declaración administrativa de caducidad por parte de un tercero que tenga interés jurídico para solicitarla²⁰.

En caso de contar con el consentimiento del titular y se esté explotando una marca por parte de un tercero, deberá formalizarse a través de un contrato de licencia, de lo contrario podría estar comprometido el uso de la misma.

Ejemplo: es muy común que los empresarios registren su marca a nombre propio o de algún familiar como cónyuge o hijos; sin embargo, sucede que la marca, de manera efectiva, la esté usando una persona jurídica (empresa legalmente constituida como S.A. de C.V. o como S. de R. L.) es decir, que ésta última es la que realmente esté facturando las ventas del producto que tiene marca registrada.

19. Artículo 113 de la Ley de Propiedad Industrial.

20. Artículos 130 y 152 de la Ley de Propiedad Industrial.

En este caso es importante que la persona física realice un contrato de licencia con la empresa (persona jurídica) y dicho contrato sea inscrito ante el IMPI a fin de que exista certeza que la empresa tiene autorización de explotar la marca registrada y el uso que ésta haga sea considerado válido para su titular y así descartar la posibilidad de que se use sin autorización de su titular.

Otro tema muy importante es el de no tolerar que nuestra marca se transforme en una denominación genérica. Los propietarios de las marcas deben cuidar por todos los medios legales que su marca no se vuelva genérica, de conformidad al artículo 153 de la LPI ya que, si se adecua el supuesto de este ordenamiento, procederá la cancelación del registro de una marca si su titular ha provocado o tolerado que se transforme en una denominación genérica de tal modo que, en los medios comerciales y en el uso generalizado por el público, la marca hubiere perdido su carácter distintivo.

Cuando el titular de una marca registrada identifique que un tercero la está utilizando sin su autorización, para identificar los mismos o similares productos o servicios en el mercado, es importante que inicie acciones de infracción en contra de estos terceros o ejerza acciones penales a efecto de no caer en el supuesto que marca la ley de haber tolerado la pérdida de distintividad de su marca registrada.

Conservación de derechos

Los derechos derivados de una solicitud de registro de una marca registrada pueden gravarse o transmitirse.

Respecto a la *conservación de derechos* abordaremos, más a detalle, algunos de los elementos vistos previamente en las formas de explotación de la marca. *Transmisión de derechos* es el acto jurídico mediante el cual, el titular del registro (cedente) transfiere, ya sea a título gratuito u oneroso, a otra persona denominada cesionaria, la propiedad de una marca, nombre o aviso

comercial.

Es importante señalar que en el caso de las marcas colectivas no se podrán transmitir a terceras personas y su uso queda restringido a los miembros de la asociación. Ahora bien, las causas por las que se da la transmisión, pueden ser: cesión por venta de la marca, por cambio de razón social, o por fusión de las sociedades. Las transmisiones antes señaladas deberán inscribirse ante el IMPI para que surta efecto contra terceros como ya se mencionó, venta, donación, cesión, u otras formas, tales como testamento (herencia o legado) o bien, por orden judicial, ejemplo: gravamen o embargo. Es importante señalar que al IMPI no le compete realizar análisis alguno del contenido del contrato, ni pronunciarse en forma alguna en relación con el cumplimiento de las prestaciones pactadas por las partes, únicamente se pronuncia respecto al cumplimiento de las disposiciones formales que marcan la LPI.

Solicitud de inscripción. Puede ser solicitada por cualquiera de las partes, titular cedente o cesionario (adquirente). Solicitud de inscripción de transmisión de derechos²¹, presentar en dos tantos el documento en original o copia certificada del instrumento en donde conste la transmisión de derechos (serán dos tantos si es más de una marca la que se transmite, siempre que se trate de las mismas partes en cada caso)²² además del pago de derechos por servicios que presta el IMPI, vigente en el momento de la inscripción por cada registro o marca²³.

Cancelación de la inscripción de licencia. Será cuando las partes lo soliciten conjuntamente, como consecuencia de una declaración administrativa de nulidad, caducidad o cancelación del registro o bien, por orden judicial.

21. Formato http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/formatos_2

22. Ver Artículos 136 al 150 de la Ley de la Propiedad Industrial y en los Artículos 5, 9 y 11, en su caso, del Reglamento de la Ley de la Propiedad Industrial.

23. O bien aquellos que la autoridad competente solicite.

4. Nuevas herramientas en materia de signos distintivos:

- Marca en línea
- Sistema de oposición en México
- Protocolo de Madrid

Marca en línea

Buscando realizar un servicio más ágil en la era digital, el IMPI da servicio al usuario desde un sitio electrónico donde puede realizar la captura, pago, firma y envío de la solicitud de registro o publicación de una marca, marca colectiva, aviso y nombre comercial. De igual forma, notifica al usuario sobre oficios, títulos o resoluciones de negativa de registro o publicación de signos distintivos y contesta oficios, reposiciones voluntarias o desistimientos, de forma 100% electrónica.

Para obtener nombre de usuario y contraseña, y hacer uso del servicio, deberá ingresar a la página principal de *marca en línea* y seleccionar la opción “Registrarse”.

Posteriormente debe llenarse cada campo, con mayúsculas y sin acentos, con los datos de la persona física que cuenta con la Firma Electrónica Avanzada (FIEL) válida, vigente y no revocada, expedida por el SAT. Los datos de facturación para los comprobantes de pago que cobra el IMPI por los servicios que presta pueden estar a nombre de una persona física o moral.

Pasos a seguir para el registro de la marca en línea:

1. Registrarse en el PASE para obtener un usuario y contraseña.
2. Capturar la solicitud (para el caso de marcas innominadas, tridimensionales o mixtas, el archivo para el diseño debe estar en formato

GIF y no pesar más de 100 kb; para cualquier documento anexo como carta poder, reglas de uso y acta constitutiva, debe estar en formato PDF)

3. Tener una cuenta bancaria habilitada para hacer transferencias electrónicas en los bancos que haga referencia la autoridad competente; o bien, imprimir la línea de captura para presentarse en ventanilla bancaria.

4. Contar con la Firma Electrónica Avanzada (FIEL) a nombre de la persona física que se registre ante el PASE (con independencia que la solicitud esté a nombre de una persona moral)

5. Ingresar periódicamente a marca en línea para consultar las notificaciones.

Los principales beneficios de la presentación de la marca en línea, son la disminución en el tiempo de respuesta por parte de la autoridad, un registro electrónico único, ahorro de dinero y papelería, así como contar con las notificaciones electrónicas.

Una vez presentada la solicitud de manera electrónica, se recibe un acuse con un número de expediente, del cual podrá consultar su estatus a partir de los siete días siguientes a su presentación en la aplicación de MARCANET, ubicada en la página principal del Instituto, www.impi.gob.mx, o bien, directamente en el siguiente enlace: <http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/controler/>

Si realizó el trámite electrónico, deberá ingresar periódicamente a la sección de marca en línea para consultar sus notificaciones.

Caso contrario, si realizó el trámite físicamente, cualquier notificación se le hará llegar al domicilio que estableció para oír y recibir notificaciones, o bien, se publicará en la Gaceta de la Propiedad Industrial, en caso que así lo señale en la solicitud.

5. Sistema de oposición en México

El sistema de oposición es un instrumento legal que permite a cualquier persona oponerse a una solicitud de registro de marca, aviso comercial o nombre comercial, por considerar que incurre en alguno de los impedimentos para el registro que señalan la Ley de la Propiedad Industrial.

Su objetivo es hacer más eficiente y dotar de mayor seguridad jurídica el otorgamiento y protección de los derechos de Propiedad Industrial, para posicionar a México a niveles internacionales en el trámite y registro de marcas, estandarizando y armonizando el sistema en relación a las legislaciones de otros países.

Los argumentos para que México adoptara el sistema de oposición, fue dotar de mayor seguridad jurídica y protección al otorgamiento de marcas, con la finalidad de disminuir los asuntos litigiosos, además de armonizar la Ley de la Propiedad Industrial a estándares internacionales; de esta manera se le da la posibilidad a terceros para oponerse con cualquier tipo de interés, fortaleciendo el examen para su registro y evitando el secuestro de marcas.

Cualquier persona podrá manifestar al Instituto que considera que una solicitud de registro incurre en alguna de las prohibiciones que establece la Ley de la Propiedad Industrial.

Su tramitación se llevará a cabo de forma paralela a la solicitud de registro, por lo que no se suspende el procedimiento de registro habitual.

El IMPI mantiene la facultad de determinar si una solicitud de registro incurre en las prohibiciones previstas en la legislación aplicable.

La oposición al registro no prejuzga sobre el examen de fondo que realiza el IMPI, permitiéndole allegarse de información que le sea útil para determinar la viabilidad del registro solicitado, lo que da mayor seguridad jurídica a los usuarios del sistema de propiedad industrial, estando en posibilidad

de inhibir prácticas desleales, por medio de las cuales una persona pretenda apropiarse de un signo distintivo, afectando los derechos del legítimo titular, para obtener un beneficio.

Funcionamiento del sistema de oposición

1.-Publicación de solicitudes de registro en la Gaceta del Instituto.- Una vez publicada la solicitud, el oponente contará con un plazo determinado para la presentación de la oposición al registro ante el Instituto.

2.-Presentada la oposición, si cumple con los requisitos de Ley y su reglamento, se publicará en la Gaceta del Instituto.

3.-Después de la publicación de la solicitud opuesta, el titular de la solicitud gozará de un plazo para presentar contestación a los argumentos del oponente, si así lo desea.

4.-Una vez que el Instituto cuente con los argumentos del oponente y, en su caso, los del titular de la solicitud opuesta, realizará el examen correspondiente al signo propuesto, para lo cual podrá tomar en consideración las manifestaciones vertidas por el oponente; después de esto, se determinará la viabilidad del registro.

5.-Una vez realizado el examen correspondiente, el Instituto concederá o negará el registro solicitado y comunicará al oponente la resolución que el Instituto haya emitido en la solicitud de registro.

Para regular el sistema de oposición se modificó y adicionó el Protocolo de Madrid.

Protocolo de Madrid

El Protocolo de Madrid es un Tratado Internacional que permite solicitar y extender la protección de una marca a nivel internacional. Establece un procedimiento mediante el cual, el titular de una solicitud de registro de marca en trámite o de un registro en un país miembro del Tratado, puede

solicitar la protección de dicha marca en varios países miembros. Esta protección puede ser otorgada o denegada por las oficinas de cada parte contratante de acuerdo a su legislación nacional.

Este trámite puede ser solicitado por toda persona física o cualquier empresa constituida que cumpla con cualquiera de los siguientes requisitos:

- Tener la nacionalidad mexicana
- Tener un domicilio en el territorio nacional
- Tener un establecimiento industrial o comercial efectivo y real en México

El Sistema de Madrid para el Registro Internacional de Marcas (Sistema de Madrid), establecido en 1891, es regido por:

- a) Arreglo de Madrid (1891); y
- b) Protocolo de Madrid (1989)

Dicho Tratado es administrado por la Oficina Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), organismo especializado del sistema de Organización de las Naciones Unidas, con sede en Ginebra, Suiza.

A la fecha se conforma por 56 partes contratantes (Estados) que pertenecen al arreglo, y 88 partes contratantes (estados y organizaciones intergubernamentales) que pertenecen al protocolo.

La solicitud de registro internacional debe contar con una solicitud de base o registro de base.

Solicitud de base. La solicitud de registro de una marca que se haya presentado en la oficina de una parte contratante y que constituye la base de la solicitud internacional de registro de esa marca.

Registro de base. El registro de una marca que haya sido efectuado por la oficina de una parte contratante y que constituye la base de la solicitud internacional de registro de esa marca.

Las solicitudes internacionales deben presentarse directamente ante la oficina de la parte contratante en el idioma oficial señalado por éstas y conforme a las tarifas establecidas por la Oficina Internacional de la OMPI. La Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI) ha desarrollado diversas herramientas en su sitio web para los usuarios del Sistema de Madrid con la finalidad de facilitar la gestión de la marca internacional.²⁴

Procedimiento de la solicitud internacional ante el IMPI (DDM)

La Dirección Divisonal de Marcas del IMPI recibe la solicitud internacional y certificará lo siguiente:

Que sea igual a la solicitud o registro nacional (solicitud o registro de base) en cuanto a denominación, diseño y colores, si los hubiera.

Que el solicitante tenga derecho a presentar una solicitud internacional en términos del artículo 2 del Protocolo de Madrid.

Que tanto el titular, el domicilio, los números de los registros o solicitudes nacionales en que se basa la solicitud internacional, la fecha de solicitud de estos últimos, así como la fecha de concesión o la de prioridad, -si ésta se reivindicara-, sean idénticos a los de la solicitud o registro de base. Se presente en español, se anexen los comprobantes de pago de las tarifas nacionales por el estudio de certificación de la solicitud internacional, cuando México sea oficina de origen, por cada clase y por la transmisión o presentación de solicitudes, peticiones u otros documentos correspondientes a trámites internacionales ante la oficina internacional.

24. Disponibles en <http://www.wipo.int/madrid/es/> Contenido:
Información general del Sistema de Madrid- <http://www.wipo.int/madrid/es/general/> Simulador de solicitud internacional- http://www.wipo.int/madrid/es/madrid_simulator/
Procedimientos y Guía- <http://www.wipo.int/madrid/es/filing/> y <http://www.wipo.int/madrid/es/guide/> Tasas: <http://www.wipo.int/madrid/es/fees/>
Calculador de tasas- <http://www.wipo.int/madrid/es/fees/calculator.jsp> Renovación (e-renewal)-

6. Denominación de origen, concepto y alcance de la protección

Para hablar de denominaciones de origen, primero tendremos que señalar lo que es una indicación geográfica (IG). Para la OMPI la IG es “un signo que se utiliza para productos que tienen un origen geográfico concreto y poseen cualidades, características o una reputación derivadas principalmente de su lugar de origen. Por lo general, la indicación geográfica consiste en el nombre del lugar de origen de los productos. (...) El hecho de que un signo sea reconocido en tanto qué indicación geográfica depende de la legislación nacional de que se trate. Las indicaciones geográficas pueden ser utilizadas para un gran número de productos, ya sean naturales, agrícolas o de fabricación”.²⁵

La denominación de origen es un tipo especial de indicación geográfica que, por lo general, consiste en un nombre geográfico o una designación tradicional utilizada para productos que poseen cualidades o características específicas que cabe atribuir principalmente al entorno geográfico de producción. En el concepto de indicaciones geográficas quedan comprendidas las denominaciones de origen.²⁶

Para el Mtro. David Rangel Medina, la denominación de origen es “el signo distintivo consistente en el nombre de un lugar geográfico con el que se identifican las mercancías que tienen similares propiedades, derivadas de los elementos naturales propios de dicha región geográfica, como clima, tierra y agua, así como de la técnica, destreza, habilidad y tradición artesanal de quienes habitan la propia región para producirlas”.²⁷

25. http://www.wipo.int/geo_indications/es/about.html

26. ídem

27. Rangel Medina, David. Derecho Intelectual. Editorial Mc Graw Hill. México. 1999. Pág. 86. PP 225

Definición legal

Se entiende por denominación de origen el nombre de una región geográfica del país que sirva para designar un producto originario de la misma, y cuya calidad o característica se deban exclusivamente al medio geográfico, comprendiendo en éste los factores naturales y humanos²⁸.

Marco jurídico internacional

El marco jurídico que entraña las denominaciones de origen va desde el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial de 1883, el Arreglo de Lisboa relativo a la Protección de las Denominaciones de Origen y su Registro Internacional de 1958, los ADPIC²⁹ o TRIP'S que regula en sus artículos 23, 24 y 25 la protección de las indicaciones geográficas a países miembros de OMC³⁰ que entró en vigor en el 2000.

El Acuerdo entre México y la Unión Europea concerniente al Reconocimiento Mutuo y a la Protección de Denominaciones de Origen en el Sector de las Bebidas Espirituosas de 1997.

Algunas referencias históricas nacionales: en 1942 se señala la primera referencia sobre denominaciones de origen (Concepto de D.O.) 1973 procedimiento para su protección, 1976 posibilidad de iniciar trámite de protección a instancia de parte o de oficio (nuevas obligaciones para el usuario) 1991 con la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad

28. art. 156 Ley de la Propiedad Industrial

29. El Acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio. TRIPS por sus siglas en inglés.

30. Organización Mundial de Comercio

Industrial se hace referencia a las marcas colectivas, 1994 Ley de la Propiedad Industrial es el marco legal vigente para la protección de las Denominaciones de Origen.

Elementos de la Denominación de Origen (D.O.) I.- Es el nombre de una región geográfica. II.-Dicho nombre distingue un producto originario de esa región. III.- La calidad y características del producto se deben al medio geográfico por los factores naturales y humanos.

Los factores naturales pueden ser: características del suelo, temperatura, humedad, altura sobre el nivel del mar o clima. Los factores humanos pudieran ser: la tradición, la especialización en ese oficio o arte o bien, utilización en procesos especiales que hacen único a ese producto.

De los objetivos más importantes respecto a la denominación de origen como activo intangible, entre otras, es que identifica o liga el origen geográfico del producto, también ayuda a familiarizar la calidad y características del producto con el ambiente o tradición del lugar e incluso evitar que eventualmente la denominación en cuestión se convierta en un genérico.

Titularidad. El estado mexicano es el titular de la denominación de origen y ésta sólo podrá usarse mediante autorización que expida el IMPI.

Protección. El IMPI tiene la facultad de declarar la protección de una Denominación de Origen, de oficio o a petición de parte, la protección se inicia con la declaración que al efecto emita el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI)³¹. Entonces, como resultado, es el mismo IMPI quien puede iniciar para declararlo o quien demuestre tener interés jurídico³²:

- Personas físicas o morales dedicadas a la extracción, producción o elaboración del producto que pretenda ampararse por la denominación de origen.

31. Art. 158 Ley de Propiedad Industrial.

32. Ídem

- Cámaras o asociaciones de fabricantes o productores.
- Dependencias o entidades del gobierno federal y de los gobiernos de las entidades de la Federación.

Los requisitos para presentar una D.O. se señalan en los artículos 159 y su procedimiento del 160 al 168, de la Ley de Propiedad Industrial.

Autorización de uso. Cuando la Denominación de Origen ha sido declarada, pasa a ser propiedad del estado mexicano, por lo tanto, resulta imprescindible solicitar su autorización para producirla, fabricarla etc. Las facultades para otorgar dicha autorización quedan a cargo del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

Cabe señalar que hoy día, México cuenta con las siguientes denominaciones de Origen:

1. Tequila (Publicación D.O.F.9/12/74)
2. Mezcal (Publicación D.O.F. 28/11/94)
3. Olinalá (Publicación D.O.F. 28/11/94)
4. Talavera (Publicación D.O.F.17/03/95)
5. Bacanora (Publicación D.O.F. 06/11/2000)
6. Ámbar de Chiapas (Publicación D.O.F. 15/11/2000)
7. Café de Veracruz (Publicación D.O.F. 15/11/2000)
8. Sotol (Publicación D.O.F.08/08/2002)
9. Charanda (Publicación D.O.F. 27/08/2003)
10. Mango Ataulfo del Soconusco Chiapas (Publicación D.O.F. 27/08/-2003)
11. Café de Chiapas (Publicación D.O.F. 27/08/2003)
12. Chile Habanero de Yucatán (Publicación D.O.F. 04/06/2010)
13. Vainilla de Papantla (Publicación D.O.F. 05/03/2009), y recientemente
14. Arroz del estado de Morelos (Publicación el 16 de Febrero de 2012)³³.

33. http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/marco_juridico_nacional_v2. Nota: la fecha del D.O.F. que se señalan en algunas denominaciones de origen se tomaron de la primera publicación que aparece en apartado de antecedentes del Diario Oficial de la Federación.

La autorización de uso de la D.O. podrán solicitarla las personas físicas o jurídicas que:

- 1.-Se dediquen a tal actividad dentro del territorio determinado en la declaración;
- 2.-Que cumpla con las normas oficiales establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial conforme a las leyes aplicables respecto de los productos de que se trate, y
- 3.-Los demás que señale la declaración.

Los efectos para usar el uso de una D.O. durarán 10 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud y podrá renovarse por períodos iguales.

Para pedir la autorización de uso se requiere presentar ante el IMPI solicitud de autorización de uso de Denominación de Origen con el formato correspondiente³⁴ y acompañarlo de los anexos que se señalan por el reverso de la solicitud, así como el pago de la tarifa correspondiente que esté vigente.

Transmisión de la autorización del uso. El usuario autorizado de una denominación de origen podrá a su vez, mediante convenio, permitir el uso de ésta, únicamente a quienes distribuyan o vendan los productos de sus marcas. El convenio deberá ser sancionado por el Instituto y surtirá efecto a partir de su inscripción. Para la inscripción de un convenio se requiere el formato correspondiente vigente³⁵ pago por artículo de la tarifa actual, convenio en original o copia certificada y documentación que corresponda o solicite la autoridad (en su caso).

Es incuestionable la importancia que tiene para un país en vías de desarrollo la detección de los productos característicos, originarios y distintivos que

34. Ver formato en <http://www.gob.mx/impi/acciones-y-programas/servicios-que-ofrece-el-impi-formatos>

35. Ídem

pueden ser protegidos a través de la Propiedad Intelectual, en específico la Propiedad Industrial, ya sea con marcas, avisos, o bien, si se acredita las características de una Denominación de Origen, será crucial protegerlo, ya que esa serie de particularidades cualitativas hacen que el producto sea aceptado y distinguido por los consumidores en los mercados internacionales. El término de denominación de origen se relaciona a tradiciones culturales, sobre todo radicadas en los países que han desarrollado y perfeccionado la fabricación de un producto propio de su región. La denominación de origen también se relaciona con valores culturales propios de cada país y que representa la suma de experiencias transmitidas a lo largo de generaciones. En conclusión, las denominaciones de origen son una gran aportación regional del pasado, transmitida al presente en un mercado global.

7. Nociones básicas de invenciones

Como ya se comentó al inicio de estas memorias, el mundo se encuentra en tránsito de la era industrial a la de la economía basada en el conocimiento: los países avanzados son (y serán) los que desarrollen y posean tecnología, creaciones intelectuales e innovaciones.

El factor intelectual y su protección resulta fundamental para que una sociedad sea competitiva, cuente con ingresos y no se pierda en la nada la información que se genera con la creatividad. Como ya se mencionó, el principal instrumento para proteger la innovación es la Propiedad Intelectual. Hablando de innovaciones tecnológicas será precisamente la Propiedad Industrial y, en concreto, la generación de invenciones, donde, sin duda, las patentes juegan un papel imprescindible.

La propiedad Industrial se divide en *signos distintivos* –lo cual ya fue explicado anteriormente– e invenciones; las invenciones a su vez, pueden pro-

tegerse a través de las patentes, modelos de utilidad y diseños industriales. Ahora bien, para entender las figuras jurídicas mencionadas en el párrafo anterior, tendríamos que preguntarnos primero ¿Qué es una invención? Por supuesto, tenemos que explicarla a la luz de la Ley de Propiedad Industrial, toda vez que los conceptos por distintos autores van a variar y plasmar sus diferentes puntos de vista, sin embargo, para efectos de protección en México, invariablemente tenemos que tomar el concepto que señala el artículo 15 la ley antes mencionada.

Invención.- Se considera *invención* toda (1) creación humana que permita (2) transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su (3) aprovechamiento por el hombre y satisfacer sus (4) necesidades concretas.³⁶

La primera parte de la definición es muy clara, debe ser creada por el hombre, y que dicha creación –segunda parte de la definición– permita la transformación de la materia o la energía; ejemplo, si se toma la madera de un árbol y se trabaja por un ebanista hasta convertirla en un mueble, estoy transformando la materia que ya existe en la naturaleza (la madera), el aprovechamiento –tercera parte o elemento de la definición– consistiría en saber cómo se usa la silla y finalmente la necesidad concreta –cuarta parte de la definición– sería para sentarse (solución a un problema) pues hay necesidad de que la gente se siente.

En este orden de ideas, estamos señalando que si tenemos una invención con estas características ¿podemos patentarla? No necesariamente, además de asegurarnos que estamos frente a una invención a la luz de la ley en referencia, también debemos saber si la invención en cuestión se considera patentable o bien, que bajo los señalamientos de la ley en comento no son invenciones.

36. Artículo 15 de la Ley de Propiedad Industrial.

Para lo que no se considera patentable se debe atender a los artículos 4 y 16 de la Ley de Propiedad Industrial. El primero en cuestión será el mismo ordenamiento que aplica a las marcas, es decir, no se otorgará registro o patente alguna que vaya contra la moral y las buenas costumbres, y el segundo, la ley en concreto señala cuáles serán éstos.

Serán patentables³⁷ las invenciones que sean nuevas, resultado de una actividad inventiva y susceptible de aplicación industrial, en los términos de esta ley, excepto:

- a) Los procesos esencialmente biológicos para la producción, reproducción y propagación de plantas y animales
- b) El material biológico y genético, tal como se encuentra en la naturaleza
- c) Las razas animales
- d) El cuerpo humano y las partes vivas que lo componen, y
- e) Las variedades vegetales

Ahora bien, es importante mencionar lo que no se considera invención³⁸ bajo el amparo de la LPI:

No se considerarán invenciones para los efectos de esta Ley:

- Los principios teóricos o científicos
- Los descubrimientos que consistan en dar a conocer o revelar algo que ya existía en la naturaleza, aun cuando anteriormente fuese desconocido para el hombre
- Los esquemas, planes, reglas y métodos para realizar actos mentales, juegos o negocios y los métodos matemáticos
- Los programas de computación³⁹

37. Art. 16 de la Ley de Propiedad Industrial.

38. Art. 19 de la Ley de Propiedad Industrial.

39. Los programas de cómputo en México se protegen bajo el amparo de la Ley Federal de Derecho de Autor. En Estados Unidos de Norteamérica si pueden ser protegidos como patente, sin embargo también tiene sus restricciones, ver más en: www.uspto.gov

- Las formas de presentación de información
- Las creaciones estéticas y las obras artísticas o literarias
- Los métodos de tratamiento quirúrgico, terapéutico o de diagnóstico, aplicables al cuerpo humano y los relativos a animales, y
- La yuxtaposición de invenciones conocidas o mezclas de productos conocidos, su variación de uso, de forma, de dimensiones o de materiales, salvo que en realidad se trate de su combinación o fusión, de tal manera que no puedan funcionar separadamente o que las cualidades o funciones, características de las mismas, sean modificadas para obtener un resultado industrial o un uso no obvio para un técnico en la materia.

Así mismo, hemos comentado con anterioridad que las invenciones, para ser patentables, deben ser nuevas, tener actividad inventiva y tener aplicación industrial.

¿A qué nos referimos con nuevo? La novedad es una característica muy importante, es decir, que la invención no debe estar en el estado de la técnica, entendiéndose ésta última como *el conjunto de conocimientos técnicos, hechos públicos mediante una descripción oral o escrita, por explotación u otro medio de difusión o información, en el país o en el extranjero.*⁴⁰

El segundo elemento condicionante es *la actividad inventiva, entendiéndose ésta como el proceso creativo cuyos resultados no se deduzcan del estado de la técnica en forma evidente para un técnico en la materia.*⁴¹

Finalmente, como tercer requisito será la actividad inventiva, entendiéndola como *la posibilidad de producir o utilizar un producto o proceso en cualquier rama de la actividad económica.*⁴²

40. Art.12 de la Ley de Ley de Propiedad Industrial.

41. ídem

42. ibidem

Entonces ¿cuáles invenciones podemos patentar teniendo estas características? Se pueden patentar (tipos de invenciones) productos, procesos, aparatos o máquinas y usos.

Algunos ejemplos de un producto sería una fórmula, una cepa modificada o bien, un compuesto respecto a procesos, un método para reciclar basura, un proceso para obtener una barra nutracéutica. En cuanto a aparatos y máquinas, pueden ser dispositivos, herramientas, etc.; por ejemplo, la máquina para reciclar la basura del método antes señalado, un dispositivo para que una alarma de automóvil sea más eficiente, etc. En lo que se refiere a usos, será referido por ejemplo, en primeros usos, es decir, cuando se patenta por primera vez el producto farmacéutico, o bien, segundos usos encontrados posteriormente, pero únicamente a este rubro de productos químicos o farmacéuticos.

Ahora bien, una vez explicados los aspectos legales más importantes sobre las invenciones, expondremos las figuras jurídicas que las protegen:

La Patente de Invención.- Es el derecho, monopolio o privilegio legal que concede el estado a una persona física o moral, para explotar, producir o usar en forma exclusiva, de forma directa o indirecta (a través de un tercero bajo licencia) durante 20 años –que deberán ser contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud– una invención que haya sido desarrollada por la persona en cuestión.⁴³

Los requisitos para que se pueda otorgar una patente son que la invención tenga novedad, actividad inventiva y aplicación industrial, las cuales ya han sido explicadas anteriormente.

43. Ver Artículos. 9 y 23 de la Ley de Propiedad Industrial.

Las patentes tienen dos características importantes que las distinguen de las otras figuras jurídicas para proteger invenciones, que son, a) la temporalidad, es decir, la vigencia de una patente será únicamente de 20 años a partir de la fecha de presentación de la solicitud, después de este tiempo pasará al dominio público; b) que la patente requiere necesariamente las tres condiciones que ya mencionamos: novedad, actividad inventiva y aplicación industrial. Otra característica esencial de la patente –pero que también es de todas las demás figuras– es la territorialidad, es decir, si la patente es presentada en México, su protección únicamente será válida dentro del territorio nacional; si es de interés proteger al resto de los países, deberemos acudir a cada uno de ellos a solicitarla dentro de los períodos de acuerdo a los tratados internacionales.

Otras características importantes.– Es de suma relevancia que si la tecnología que se pretende proteger como patente es revelada por algún medio, por ejemplo, un artículo científico, puesta en el comercio entre otras, podría perder la característica de la novedad e inutilizar toda posibilidad de protección.

En caso que la invención se haya dado a conocer, el interesado en su protección tendrá doce meses⁴⁴ a partir de la fecha en que lo reveló para ingresar una solicitud de patente. Ésta situación se permite en México, sin embargo, es relevante estar atentos a otras legislaciones, es decir, a lo que la ley de la materia diga en cada país, ya que no todos los países admiten esta prerrogativa.

El modelo de utilidad.– Se considera modelo de utilidad los objetos, utensilios, aparatos o herramientas que, como resultado de una modificación en su disposición, configuración, estructura o forma, presenten una función diferente respecto de las partes que lo integran o ventajas en cuanto a su utilidad.⁴⁵

44. Ver Convenio de París.

45. Ver Art. 28 de la Ley de Propiedad Industrial.

Las características especiales de esta figura son dos: a) que para su protección se requiere únicamente novedad y aplicación industrial, y b) que su vigencia será de diez años a partir de la fecha en que fue presentada la solicitud. Cuando se obtiene la protección de una figura como ésta, obtenemos un registro.

Los diseños industriales.– Pueden ser dibujos o modelos (tridimensionales). Los dibujos industriales son toda combinación de figuras, líneas o colores que se incorporan a un producto industrial con fines de ornamentación, dándole un aspecto peculiar y propio.

Los modelos industriales se constituyen por toda forma tridimensional que sirva de tipo o patrón para la fabricación de un producto que le da apariencia especial y no implique efectos técnicos.

Los diseños industriales también tienen la particularidad de requerir únicamente como condiciones para su registro la novedad y la aplicación industrial; sin embargo, se diferencia de las otras figuras, ya que su vigencia será de quince años a partir de la fecha de la solicitud de registro.

Para finalizar este pequeño apartado de nociones básicas sobre invenciones, me gustaría abordar el tratado de Cooperación en Materia de Patentes, mejor conocido como el PCT, siglas por su nombre en inglés (Patent Cooperation Treaty)

El sistema PTC permite a los inventores y solicitantes pedir, presentar y/o solicitar simultáneamente en un gran número de países, la protección por patente de una invención, mediante la presentación de una única solicitud internacional y sólo en una oficina de patentes. Gracias a la presentación y tramitación de solicitudes de patente a través del PCT, cuyas características principales es que⁴⁶ se pone el mundo al alcance de todos; se aplazan los principales costos relacionados con la protección internacional por patente

46. <http://www.wipo.int/services/es/>

–mientras se buscan socios comerciales– se proporciona información valiosa sobre la posible patentabilidad de la invención; los trámites se presentan en una oficina receptora –hay alrededor del mundo en distintas oficinas de patentes– y cuya principal característica es que el examen de forma se realiza al momento de presentarla y será válido para todos los países a los cuales se desee ingresarla posteriormente.

El procedimiento cuenta con dos grandes fases, la primera es la internacional, que es cuando se ingresa a una oficina receptora, miembro del tratado, y le dará un número de expediente PCT; la fase nacional puede durar alrededor 18 a 20 meses o hasta 30 meses,⁴⁷ dependiendo de la decisión que tome el solicitante; en este período el solicitante tendrá una búsqueda internacional para tomar decisiones respecto a la novedad o posibles patentes que pudieran generarle algún problema en el examen de fondo en las fases nacionales, también tendrá la opción de solicitar un examen preliminar donde se analizará el fondo, es decir, que contenga los tres requisitos esenciales: novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

La fase nacional tiene lugar cuando el solicitante debe escoger a qué países quiere ingresar y hacerlo en ese plazo; cada país tendrá la facultad y derecho de otorgar o no la patente, de conformidad a su legislación nacional.

8. Perspectivas y conclusiones

La importancia del uso de la propiedad industrial como herramienta de innovación en la industria del Tequila

Como se mencionó al inicio del capítulo del Sistema de Propiedad Industrial en México, nos encontramos en una gran etapa y un cambio significativo

47. Puede variar dependiendo de las reservas de cada país cuando se haya adherido al Tratado.

en la historia moderna debido a que las riquezas ya no se basan únicamente en los bienes tangibles sino también en los intangibles, donde los países que sean innovadores y protejan sus creaciones son y serán los más ricos del mundo.

Situación en México

Desde 2010 el número de publicaciones que llama la atención, o intensifican las notas relacionadas con la baja innovación, han proliferado, una de particular interés fue la publicación de *Grupo Reforma México*, donde se informó que México tenía rezago en patentes⁴⁸ situación que desde hace varios años se ha venido reportando por distintos medios institucionales y de comunicación. Así mismo, se difunde en la nota que Nueva Zelanda, Hungría e Irlanda presentan más solicitudes de patentes que México y tienen un menor monto de inversión para ciencia y tecnología.⁴⁹

Según el reporte 2009 de la OCDE, “Políticas de Innovación de México”, las empresas mexicanas, así como organizaciones públicas de investigación, son menos activas en la presentación de solicitudes de patentes, diseño industrial y marcas registradas que sus contrapartes en las otras 29 economías del organismo.⁵⁰

El país está en los niveles más bajos de patentes per cápita registradas para proteger un invento en las tres principales regiones del mundo: Europa,

48. Ver tablas de número de patentes de mexicanos y solicitudes por estado en http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187259/IMPI_en_CIFRAS_ene_dic_2016.pdf

49. Nota del 14 de febrero de 2010.

50. Fuente: http://www.portalautomotriz.com/content/2/module/news/op/displaystory/story_id/13290/format/html/

<http://www.noruega.org.mx/education/research/facts/facts.htm>

<http://www.eluniversal.com.mx/columnas/62650.html>

Estados Unidos y Japón, con 0.1 patente por cada millón de habitantes, y su desarrollo se mantuvo estancado. Incluso como codesarrolladores de inventos, en alianza con investigadores internacionales, su presencia es marginal, y dentro del registro de patentes nacionales se ubica un predominio de los extranjeros⁵¹.

Actualmente, la inversión que México dedica a investigación y desarrollo (I+D) es de 0.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB), uno de los más bajos del conjunto de países de la OCDE, que destina en promedio 2.26 por ciento de su PIB. En contraste, Estados Unidos es uno de los que más favorece fiscalmente la investigación y el desarrollo; y el financiamiento del gobierno a negocios de I+D fue de 5.7 por ciento en 2005, más del doble que el 2.8 por ciento que destinaba en 1995.⁵²

La OCDE señala que “las instituciones públicas y las universidades siguen desempeñando un papel importante en investigación y desarrollo en México”. El sector privado en México financia 47 por ciento de la inversión en I+D, lo que está ligeramente por debajo del 50 por ciento medio del conjunto de los 30 países miembros del “club de los países desarrollados”, señala la OCDE.⁵³

Con los datos anteriores resulta vital impulsar la investigación y desarrollo en el país, así como la transferencia de tecnología. En el caso que nos ocupa, la industria del Tequila, es de gran valor seguir realizando investigación y que las empresas en este ramo le apuesten al I+D+I⁵⁴ ya que los intangibles

51. Fuente: <http://www.oecd.org/centrodemexico>
http://www.portalautomotriz.com/content/2/module/news/op/displaystory/story_id/13290/format/html/

<http://www.noruega.org.mx/education/research/facts/facts.htm>

<http://www.eluniversal.com.mx/columnas/62650.html>

52. ídem

53. www.portalautomotriz.com/content/2/module/news/op/displaystory/story_id/13290/format/html/

54. Investigación, Desarrollo e Innovación.

que generan valor y cambian la industria, no sólo refieren a las marcas ya posicionadas y muy conocidas en la industria del Tequila sino también generará valor agregado toda la investigación tecnológica que se haga alrededor de ella.

En este sentido, el Consejo Regulador del Tequila firmó un convenio de colaboración, ejecución y participación con la SAGARPA⁵⁵ para la creación de un **Centro de Referencia de la Cadena Productiva Agave Tequila**⁵⁶, lo cual es invaluable y una muestra de visión hacia dónde va el mundo en donde la tecnología es la respuesta para el crecimiento de los países, sobre todo, en los que están en vías de desarrollo.

Acciones como ésta fomentan el crecimiento tecnológico de la región, donde es necesario hacer una reflexión sobre un tema que es ineludible y urgente. No sólo en nuestro estado este esfuerzo se ha impulsado a través de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología, sino en nuestro país, que es privilegiar la investigación y desarrollo, sobre todo, su transferencia; debemos también invitar, estimular y ayudar a fortalecer la vinculación Universidad-Empresa-Centros de Investigación Públicos-Empresa. Considero que esa es la gran tarea en la cual todos debemos participar para que no sólo fortalezcamos la industria, sino aportar al crecimiento de patentes –en el cual Jalisco ha impulsado de manera particular a partir de 2014– con la aplicación de política pública en la materia y, por supuesto, de las empresas de base tecnológica. En lo que estamos ciertos es que el país ganará y generará valor que impulsará su crecimiento.

Especial atención merecen las reformas de diciembre de 2015, como los son artículos 40bis y 51 de la ley de Ciencia y Tecnología y de la ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos, Artículo 8.

55. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y Consejo Regulador del Tequila.

56. Boletín Informativo Semanal CRT/ Semana 37-Año 1/ pág. 3

Debemos mencionar que Jalisco ha realizado pasos importantes en el tema del fomento con diversos programas y estrategias que han logrado que Jalisco sea líder en generación de invenciones y patentes.

Algunas cifras importantes:

Número de solicitudes presentadas en México. Fuente: IMPI⁵⁷

Año	Solicitudes totales	Solicitudes de mexicanos	Participación de mexicanos
1999	12,110	455	3.76%
2000	13,061	431	3.30%
2001	13,566	534	3.94%
2002	13,062	526	4.03%
2003	12,207	468	3.83%
2004	13,194	565	4.28%
2005	14,436	584	4.05%
2006	15,500	574	3.70%
2007	16,599	641	3.86%
2008	16,581	685	4.13%
2009	14,281	822	5.76%
2010	14,576	951	6.52%
2011	14,055	1,065	7.51%
2012	15,314	1,292	8.44%
2013	15,444	1,211	7.84%
2014	16,135	1,244	7.70%
2015	18,071	1,364	7.83%
2016	17,413	1,310	7.52%

57. La tabla es elaboración propia con datos de IMPI en cifras, fuente: http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187259/IMPI_en_CIFRAS_ene_dic_2016.pdf

Jalisco

Datos duros a destacar 2016, Propiedad Intelectual orientado a invenciones con énfasis en patentes.

Número de solicitudes de patentes (nacionales) de jaliscienses⁵⁸

2012	2013	2014	2015	2016
94	107	115	118	152

*crecimiento histórico de patentes nacionales de Jaliscienses en 2016 aproximadamente de 29%

Número de solicitudes de modelos de utilidad de jaliscienses⁵⁹

2012	2013	2014	2015	2016
68	67	75	82	95

*crecimiento histórico de modelos de utilidad de jaliscienses en 2016 aproximadamente 16%

58. Ídem

59. Ibídem

Bibliografía

Castrejón García, Gabino E. Tratado Teórico práctico de los derechos de autor y propiedad industrial. Editorial Cárdenas - Editor Distribuidos. México. 2001 PP. 897.

Rangel Medina, David Derecho Intelectual. Editorial Mc Graw Hill. México. 1999. PP. 225.

<http://www.interbrand.com/es/best-global-brands/2013/Best-Global-Brands-2013.aspx>

<http://www.interbrand.com/es/best-global-brands/2013/Apple>

<http://www.wipo.int/about-ip/es/> <http://www.wipo.int/treaties/es/ip/paris/comunicacion.senado.gob.mx/index.php/periodo-ordinario/boletines/3561-boletin-1004-avala-senado-adhesion-de-mexico-al-protocolo-de-madrid-sobre-marcas.html>

http://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2012/article_0024.html <http://www.wipo.int> o directamente a http://www.wipo.int/export/sites/www/madrid/es/legal_texts/pdf/madrid_protocol.pdf

<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpi.htm>

http://www.wipo.int/treaties/es/classification/nice/summary_nice.html

<http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/>

http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/tarifas_de_servicios_del_impi

Normateca: http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/ley_de_la_propiedad_industrial_2

<http://marcanet.impi.gob.mx/marcanet/controler/FoneticaLista>

http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/formatos_2 http://www.wipo.int/geo_indications/es/about.html

Fuente: <http://www.oecd.org/centrodemexico>

http://www.portalautomotriz.com/content/2/module/news/op/displaystory/story_id/13290/format/html/

<http://www.noruega.org.mx/education/research/facts/facts.htm>

<http://www.eluniversal.com.mx/columnas/62650.html> Boletín Informativo Semanal CRT- Semana 37-Año 1 Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm> <http://www.wipo.int/madrid/es/>

Información general del Sistema de Madrid- <http://www.wipo.int/madrid/es/general/>

Simulador de solicitud internacional- http://www.wipo.int/madrid/es/madrid_simulator/

<http://www.wipo.int/madrid/es/filing/yh> <http://www.wipo.int/madrid/es/guide/>

<http://www.wipo.int/madrid/es/fees/> <http://www.wipo.int/madrid/es/fees/calculator.jsp>

Agave, materia prima del Tequila

Dr. José Ignacio del Real Laborde

Contenido

Resumen	131
1. Características del agave	131
Botánicas	132
Fisiológicas	132
2. Componentes de productividad	135
Generales	135
Específicos	135
Clima	135
Suelo	136
Planta	137
Manejo.....	137
3. Ciclo biológico	138
Etapas clave	138
Desarrollo vegetativo.....	138
Fase reproductiva	139
4. Manejo agronómico	140
Selección y preparación de sitio	140
Selección y manejo de material propagativo	141
Manejo de organismos dañinos	142
Plagas insecto	142
Enfermedades	143
Malezas	145
Cosecha	146
5. Manejo industrial	147
Definición de características de materia prima	147
Enfoques productivos específicos	147

Modelos de abasto ordenado	148
Productividad y costo de producción	148
Planeación de un abasto ordenado	149
Manejo regulatorio	150
NOM 006 SCFI, 2012.	150
Acuerdo Sanitario	151
6. Necesidades para asegurar el abasto futuro de la cadena agave-Tequila	152
7. Riesgos y oportunidades	155
Bibliografía	157

Resumen

Dentro de una cadena agroindustrial, la planta que proporciona la materia prima es el elemento central para lograr un producto. El negocio resultante de esta cadena debe comprender y analizar todos los eslabones involucrados.

Integrar a la visión de proceso la comprensión de las condiciones de producción de la materia prima y de las características propias de este material, es un elemento básico para lograr mejoras de proceso y desarrollar productos nuevos.

El agave es un cultivo con poca información productiva disponible que permita aprovechar su potencial para la fabricación de Tequila y para otros usos.

En este capítulo se presenta un resumen de las características distintivas del agave, analizadas desde la perspectiva de su utilización como materia prima del proceso de producción del Tequila.

El *Agave Tequilana Weber, variedad azul*, es la especie y variedad definida dentro de la Norma Oficial del Tequila NOM-006-SCFI, 2012 como fuente de materia prima para la elaboración de esta bebida. Para ser utilizado en el proceso deberá haber sido plantado dentro de los 181 municipios que conforman la Zona de Denominación de Origen del Tequila y registrado ante el organismo regulador, antes del fin del año calendario de su plantación. El agricultor propietario del agave debe presentar, ante dicho organismo, una actualización anual de las condiciones de su inventario dentro de los seis primeros meses del año calendario.

1. Características del agave

Botánicas

La primera descripción de *Agave Tequilana* fue realizada por Weber en 1902. Gentry, (1982) lo situó dentro de la familia Agavaceae grupo Rigidaceae. Las especies de este grupo se caracterizan por sus hojas angostas y rígidas, radialmente extendidas desde la base; se caracterizan además por sus panículas relativamente pequeñas, abiertas, bractéoladas y ramificadas. Es una planta acaule (de tallo tan corto que parece inexistente, de tal forma que las hojas nacen a ras del suelo), multianual y de lento crecimiento, con un ciclo biológico de 7 a 12 años, terminando en la floración de la planta (Pérez Domínguez y del Real Laborde, 2007; Valenzuela, 1997).

Fisiológicas

El agave evolucionó en condiciones de estrés hídrico prolongado y las especies que conocemos comparten un sistema fotosintético con características especiales para asegurar su desarrollo mediante una administración del agua.

Existen en la naturaleza tres modelos o rutas fotosintéticas conocidas como C3, C4 y CAM, diferenciadas por elaborar compuestos iniciales de la fotosíntesis con tres átomos de carbono en el primer caso (ácido 3-fosfoglicérico); cuatro átomos de carbono en el segundo grupo (ácido oxalacético) y en el tercer caso, por tener un mecanismo diferenciado en el tiempo para efectuar la fotosíntesis. Mientras las plantas de los grupos C3 y C4 efectúan el proceso fotosintético durante las horas del día y hacen la captura de CO2 y la captación de energía solar para completar la fijación del carbono en azúcares durante las horas de luminosidad; las plantas CAM realizan la captura de CO2 durante la noche y lo fijan en ácido málico que almacenan en vacuolas para su procesamiento en azúcares durante el día.

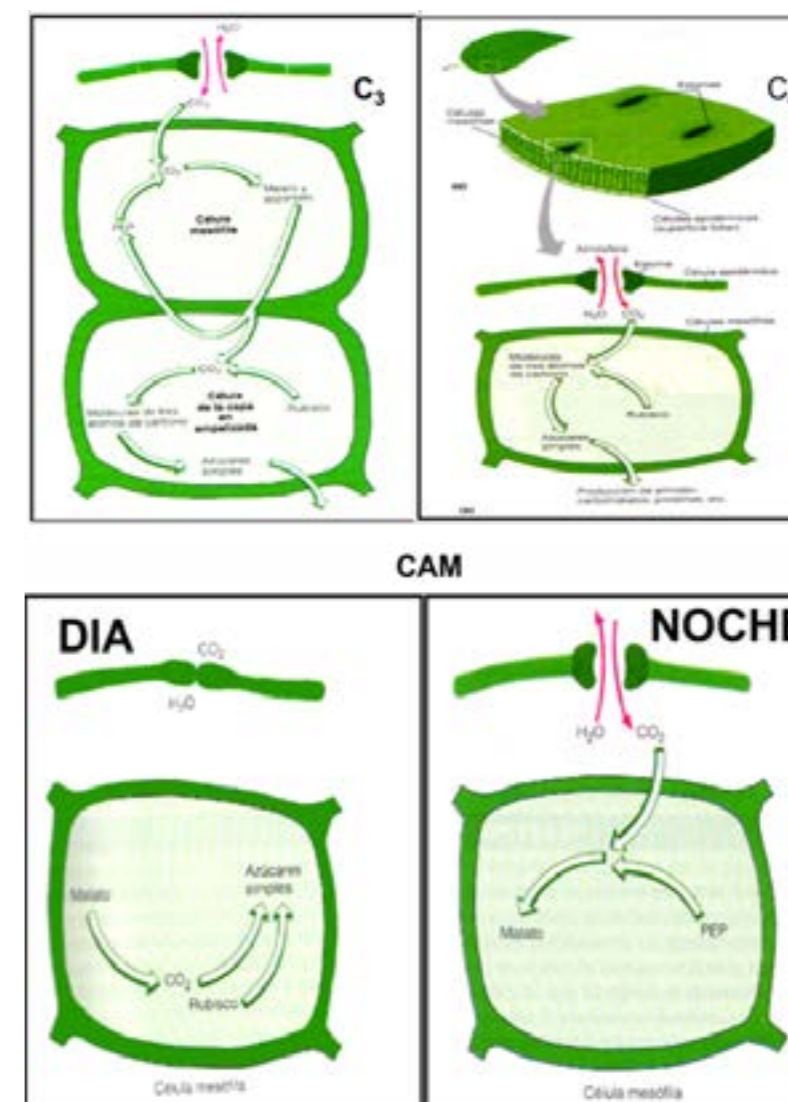


Figura 1.- Esquema de los procesos fotosintéticos en plantas C3, C4 y CAM. El proceso en las plantas CAM tiene una separación temporal al realizarse en dos etapas durante el día, con los estomas cerrados, y por la noche, con los estomas abiertos.

Al realizar la fotosíntesis de esta forma, las plantas de agave y otras especies que comparten estos mecanismos, reducen significativamente la cantidad de agua perdida al abrir los estomas para recibir el CO2. Su eficiencia relativa al uso de agua es hasta siete veces superior a las plantas del grupo que utiliza el metabolismo C4 dentro de las cuales entran plantas como el maíz, y de nueve a veinte veces mayor que el de las plantas C3, grupo en el cual

se encuentra la mayoría de las especies vegetales. Es muy importante tener presente que las plantas CAM tienen la capacidad de funcionar de manera similar a las plantas C3 cuando las condiciones ambientales lo permiten y exista agua disponible, como sería durante época de lluvias o bajo condiciones de riego.

	C ₃	C ₄	CAM
Transpiración gH ₂ O perdidos por gCO ₂ fijado	450 a 950	250 a 350	Día: 50 a 600 Noche: menor a 50
Costo energético Kjoules por molécula neta de CO ₂ fijado.	500	640 a 690	740 a 790

Tabla 1.- Comparación de los costos hídrico y energético requeridos para la fijación de carbohidratos en plantas que efectúan los tres tipos de fotosíntesis.

El costo energético de realizar la fotosíntesis en dos etapas es mayor para las plantas CAM que para los otros dos grupos de metabolismos fotosintéticos. Por ello las plantas de agave tienen un desarrollo natural lento y poseen estructuras vegetales de alto costo. Sus hojas contienen parénquimas capaces de almacenar agua para su utilización durante la época de sequía, sus cutículas son gruesas y cubiertas de ceras, y las hojas mantienen su capacidad fotosintética por varios años. El agave crece lentamente, y al hacerlo acumula reservas para alcanzar a completar su ciclo biológico. Los agaves no tienen tolerancia al exceso de humedad en el suelo.

Las plantas, como todos los seres vivos, tienen como objetivo la propagación de su especie mediante la reproducción sexual o asexual para asegurar así su continuidad. En el caso del agave se presentan tres formas de reproducción que se detallarán más adelante.

Por estas razones, debemos analizar la producción de agave para uso industrial dentro de modelos con horizontes de mediana duración y planear y evaluar el manejo agronómico que provea de materia prima a la industria en las mejores condiciones de calidad de transformación, oportunidad y costo.

2. Componentes de productividad

Generales

Para la producción de cualquier planta debe haber un balance favorable entre elementos ambientales como clima y suelo aprovechables; biológicos, como plantas sanas y vigorosas; y de desarrollar y aplicar un manejo agronómico apropiado para lograr los objetivos de productividad.

Específicos

Clima

El *Agave Tequilana Weber, variedad azul*, no tiene tolerancia a las bajas temperaturas y las zonas de cultivo deben estar libres de heladas. Sus requerimientos hídricos son moderados pero, para garantizar un buen rendimiento, es necesario que las zonas seleccionadas tengan precipitaciones de 600 a 1500 mm. Para tener una menor pérdida por deshidratación al abrir los estomas durante la noche, es preferible buscar regiones en que la temperatura nocturna sea entre 11 y 21° C.

Variable	POTENCIAL AGROECOLOGICO		
	Condición		
	Optima	Subóptima	Marginal
Temperatura nocturna (°C)	11 a 21	-1 a 11 y 21 a 28	<-1 y >28
Probabilidad de heladas	< 0.10		>0.10
Altitud (msnm)	1 000 a 2 200	600 a 1 000 y 2 200 a 2 500	< 600 y > 2 500
Pendiente del suelo (%)	2 a 8	1 a 2 y 8 a 45	< 1 y > 45
Lluvia anual (mm)	600 a 1 500	1 500 a 1 800	< 600 y > 1 800

Tabla 2.- Intervalos de variables ambientales para identificar el potencial agroecológico de sitios para el cultivo del Agave Tequilana Weber, variedad azul (Ruiz Corral, J.A. 2007)

Para lograr estas condiciones se debe buscar lugares con una buena circulación de aire y evitar las zonas bajas y propensas al frío, donde el agave estará expuesto a sufrir daños por las bajas temperaturas y no se desarrollará bien.

Suelo

Los suelos preferibles para esta especie deben contar con un buen drenaje para evitar daños por encharcamiento. Las raíces absorbentes del agave exploran el suelo de manera superficial cuando hay agua disponible y prácticamente se eliminan en la época de sequía. Para su correcto funcionamiento requieren que haya intercambio gaseoso en el suelo, por esta razón debemos evitar las zonas inundables.

La textura del suelo debe ser, preferentemente, de franco a migajones arenosos, y en especial, es importante vigilar que el pH del suelo no sea muy áci-

do, ya que a pH menores de 5.5 las plantas presentan desbalances nutritivos que, de no ser manejados adecuadamente, pueden causar daños como el anillo rojo y detener su crecimiento.

Planta

Los materiales de nueva plantación deben ser seleccionados para evitar el uso de plantas enfermas. Dada la duración del ciclo de cultivo y la alta capacidad de resistir daño sin mostrar síntomas que tiene el agave, los problemas presentes en plantas enfermas se mostrarán hasta el segundo o tercer ciclo, y para cuando los signos de daño a las plantas sean visibles, los efectos negativos sobre costo y productividad ya habrán ocurrido. Por esta razón es necesario iniciar el cultivo con plantas sanas para que el manejo esté dirigido a conservarlas en esta condición.

Manejo

Las prácticas aplicadas para la producción agrícola son básicas para el éxito de un cultivo, y su mal uso es también una fuente potencial de problemas. Los daños físicos a las plantas causan puntos de infección potencial, el mal empleo de agroquímicos somete a los agaves a daños directos o a debilitamientos que afectan su productividad. Es importante tener en mente que nuestro objetivo productivo es la extracción y aprovechamiento de los azúcares de reserva que la planta acumula para completar su ciclo biológico, superando los estreses ambientales; cuando buscamos dar a la planta condiciones muy favorables como sería la aplicación de un riego constante, la planta, al no sufrir estrés, logrará un muy buen crecimiento y no llevará a cabo la acumulación deseada de reservas.

3. Ciclo biológico

ETAPAS CLAVE

Desarrollo vegetativo

Esta etapa de desarrollo se divide en dos etapas de crecimiento diferenciado. En la primera etapa, durante los tres primeros años a partir del trasplante, el agave desarrolla sus estructuras de crecimiento y, aunque no es visible un desarrollo rápido, es la etapa crítica para favorecer una buena producción. En la segunda etapa, durante los siguientes tres años, la planta se desarrolla visiblemente y el tallo crece de manera importante, almacenando agua y azúcares. Las prácticas agrícolas dirigidas a nutrir y apoyar el crecimiento de la planta son más efectivas en la primera etapa y menos útiles cuando se aplican durante la segunda.

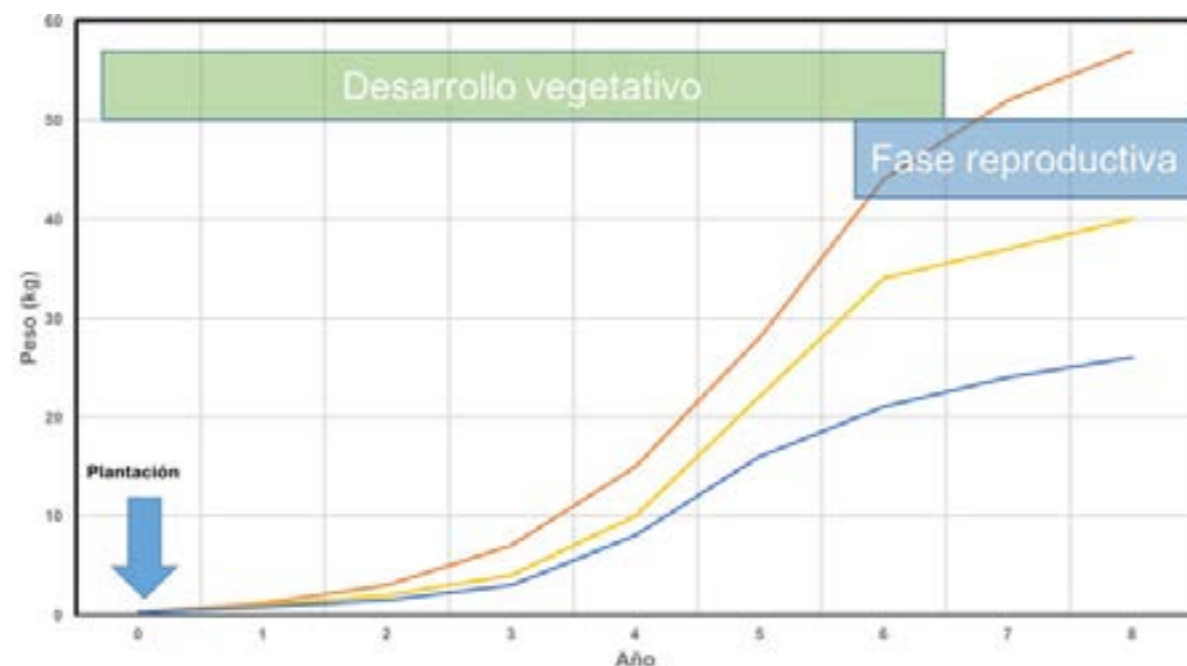


Figura 2.- Curvas hipotéticas de crecimiento del Agave Tequilana Weber, variedad azul, bajo tres diferentes condiciones de estrés durante la etapa inicial del desarrollo vegetativo.

Durante esta etapa de desarrollo vegetativo, entre el segundo y quinto año, se presenta el primer mecanismo reproductivo del agave al producir hijuelos en los rizomas o tallos subterráneos que desarrolla la planta. Estos hijuelos son hijos directos de la planta madre y copia de la misma. Un tema sanitario importante es realizar su extracción con el menor daño posible a los rizomas al realizar el arranque, ya que las heridas causadas por esta práctica son puntos potenciales de infección para la planta madre. La limpieza y sanitización constante de las herramientas es clave en este proceso. Es común observar plantaciones que empiezan a mostrar síntomas de enfermedad después de la extracción de los hijuelos. Hacia el final de la segunda etapa, la tasa de crecimiento se reduce y la planta se prepara para cambiar de fase hacia su etapa productiva.

Fase reproductiva

El objetivo biológico del agave, como en todas las plantas, es la reproducción sexual a través de la floración y fecundación para producir semillas. Por el crecimiento determinado de la planta, esta etapa es terminal ya que todos los puntos de crecimiento que se originan en la zona meristemática, abajo del cogollo, se transforman para dar paso a la formación del quiote y las flores.

Las reservas acumuladas durante la vida de la planta se utilizan entonces para alimentar las estructuras y el proceso reproductivo, y existe aún un segundo método de reproducción asexual que ocurre en las yemas localizadas en la base de las flores, dando origen a los bulbilos, que son plantas producidas asexualmente que se desarrollan con las reservas restantes de la planta.

Para los objetivos productivos de nuestra cadena, la etapa reproductiva implica una pérdida de azúcares acumulados y por esta razón realizamos

labores de eliminación de las estructuras florales a través del desquiate. En esta etapa las plantas ya no producen nuevas hojas y son más susceptibles a ataques patológicos.

4. Manejo agronómico

Selección y preparación de sitio

Con base en los parámetros indicados anteriormente con respecto a clima y suelo, se deben buscar terrenos que permitan un buen desarrollo del cultivo. En general, es deseable una profundidad mínima de 50 cms. y una buena exposición a la luz. Las pendientes manejables de forma mecanizada y sin provocar erosión son menores de 3%, y en lugares con mayor pendiente es necesario realizar prácticas de conservación de suelos como es el uso de curvas de nivel y terrazas. Las explotaciones a favor de la pendiente y en lomeríos causan erosión y pérdida de suelo.

El trazo de la plantación es el primer paso básico para una buena operación, y es necesario considerar que se requiere aproximadamente un 15% de la superficie para establecer caminos interiores que permitan el acceso a las diferentes fracciones del predio. La longitud de las líneas de cultivo debe calcularse con base en los equipos de aspersión de agroquímicos disponibles, de tal manera que permita surtir a los operarios o a las máquinas con agua e insumos en las cabeceras de los surcos. Esto redundará en un manejo eficiente de los tiempos y un mejor aprovechamiento de los recursos.

Dado que el cultivo estará en el predio por seis o más años, se debe considerar el diámetro final esperado de las plantas con objeto de permitir una operación durante toda la vida del cultivo. Por estas razones y los tamaños de tractores disponibles, es adecuado hacer las plantaciones con una distan-

cia entre surcos de 3 ó 3.5 metros. La distancia entre plantas dependerá del tipo de crecimiento de la región, haciendo que la población inicial sea entre 3,000 y 5,000 plantas por hectárea.

La preparación del suelo, una vez decidido el trazo general de la plantación, debe asegurar que se facilite el drenaje, por lo que es necesario considerar el empleo de subsuelos, considerando que esta práctica también hará aflorar piedras a la superficie. No existe una receta única y es necesario realizar pozos agrológicos para determinar el manejo específico de cada predio. Se deben hacer análisis de suelo para evaluar medidas correctivas de pH como aplicaciones de cal y de mejora de textura como sería la incorporación de compostas para mejorar el nivel de materia orgánica detectado en el análisis. Este análisis es básico para determinar la estrategia de manejo de nutrición que se dará a cada predio. Estas prácticas iniciales y todas las aplicaciones de nutrientes deben ser incorporadas al suelo.

Antes de establecer el cultivo hay que utilizar arados y/o rastras para romper los terrones y preparar una cama de plantación adecuada para el establecimiento del cultivo.

Selección y manejo de material propagativo

Este es el segundo punto crítico del establecimiento del cultivo. Como mencioné anteriormente, de un buen trabajo en este tema dependerá en gran medida el éxito en el manejo sanitario del cultivo.

Existen dos formas disponibles para la obtención de plantas nuevas para este cultivo: a través de producción mediante cultivo de tejidos, y a través de la recolección de hijuelos de campos en crecimiento. La primera forma permite asegurar la provisión de plantas con calidad sanitaria verificada y certificable, aunque éste no es un procedimiento común en la actualidad.

La colecta de hijuelos para plantaciones nuevas debe iniciar a partir del

otoño mediante la inspección visual de los predios donadores. Las parcelas que presenten problemas sanitarios evidentes deben descartarse como fuente de plantas para los predios nuevos. El riesgo de transferir problemas y transmitir enfermedades a las nuevas plantaciones es una de las mayores causas de fracaso de las mismas. El esquema señalado en el acuerdo sanitario publicado por SENASICA-SAGARPA en enero de 2013 (SAGARPA, 2013) está dirigido a reducir la proliferación de puntos de problema sanitario mediante el manejo adecuado de los materiales propagativos. Una serie de recomendaciones básicas se pueden encontrar en el **Manual Técnico para el Establecimiento de Huertas Madre de Agave Azul**, publicado por el CRT. (Rendón Salcido et al., 2011)

Manejo de organismos dañinos

El manejo sanitario del cultivo inicia desde la preparación de las plantas y del sitio de plantación. El objetivo de este manejo debe ser la detección temprana y prevención de problemas. Para lograrlo es necesario tener un sistema de revisión e inspección constante. Los problemas sanitarios no conocen límites de parcela y su manejo a nivel regional requiere de conocer la situación presente y actuar de manera coordinada para efectuar las prácticas de control. Una parcela infestada se puede convertir en un foco de infección para otras, aunque en ellas se realicen labores de manejo, por lo tanto, el manejo sanitario es una responsabilidad de bien común, regulada en la Ley Federal de Sanidad Vegetal y en un compromiso del productor de agave para con los miembros de la cadena productiva.

Plagas insecto

Las plagas insecto que atacan a este cultivo se dividen en plagas de raíz como la gallina ciega; plagas de la piña como son el escarabajo rinoceronte, el cerambícido y el picudo del agave; y plagas del follaje como el piojo harinoso,

la escama armada, la chinche del agave y diversas especies de chapulines. Es necesario saber que el combate químico de estas plagas no puede ser realizado de manera preventiva porque representa un gasto inútil y una fuente de contaminación, especialmente cuando se aplican productos muy solubles al suelo y son llevados a las fuentes de agua. Este tema debe vigilarse, en particular con respecto a las larvas de gallina ciega, muchas de las cuales pertenecen a especies que no son dañinas para el agave, ya que las aplicaciones indiscriminadas de productos resultan más perjudiciales por contaminación, que efectivas para el control. Por ello es necesario realizar visitas de inspección constantes a los predios para identificar la presencia de estos insectos y proceder, en caso necesario, a aplicar las medidas de control. Es esencial evitar la infestación del predio durante los primeros años con cualquiera de estas plagas, especialmente las que atacan la piña, porque la mayor parte de su daño afecta la destrucción de los haces vasculares que transportan el agua al interior de la planta. Por la misma naturaleza del agave y su habilidad para administrar sus reservas de agua, cuando la planta muestra síntomas de marchitez por falta de flujo de agua, los daños son ya irreversibles. La detección temprana de insectos como el escarabajo rinoceronte, en especial en zonas cercanas a vegetación forestal nativa, de la presencia de cerambícido en la época de inicio de lluvias, y del picudo del agave durante todo el año, es básica para mantener estas plagas bajo control. Los insectos que atacan el follaje son más fáciles de detectar y requieren controles específicos si la infestación es muy grande. (González Hernández et al., 2007)

Enfermedades

Las enfermedades que presenta nuestro cultivo se dividen en dos grupos principales, las enfermedades abióticas, causadas por elementos no biológicos y las enfermedades bióticas, causadas por otros organismos como

hongos o bacterias. Dentro de las primeras se encuentra el anillo rojo, que ocurre cuando las condiciones de acidez del suelo causan un desbalance nutricional que afecta el crecimiento de la planta, generando zonas en las hojas en las cuales los tejidos se endurecen y forman una costra que impide el crecimiento normal. Con frecuencia en estas zonas se presentan ataques bacterianos posteriores al daño inicial que llevan al uso de productos bactericidas, los cuales no controlan el problema. El daño es manejable mediante la aplicación de micronutrientes que proporcionen a la planta los elementos que no se encuentran disponibles en suelos con estas condiciones de acidez. En este caso, la mejor estrategia, si se deben usar suelos con pH debajo de 5.5, es planear un programa de manejo nutritivo durante el curso del ciclo de cultivo.

También podemos considerar dentro de las enfermedades abióticas los daños por heladas leves que no llegan a matar los puntos de crecimiento de la planta y los daños por incendios que afectan el follaje. En estos casos sólo cabe aprovechar medidas preventivas como son la selección de sitio ya indicada anteriormente y el empleo de guardarrayas o cortafuegos y un buen manejo de maleza que reduzca los riesgos de incendio en la época de sequía. Otra fuente de enfermedades abióticas es el mal manejo de productos agroquímicos que ocasionan daños a las plantas por excesos en aplicación o por el empleo de productos que causan daño a los tejidos.

Dentro de las enfermedades bióticas (causadas por la intervención de organismos patógenos) se debe vigilar la presencia de síntomas de pudriciones de raíz causadas por hongos y de pudriciones de hojas como las causadas por manchas anulares o por cercospora agavícola, la cual es particularmente agresiva y puede terminar con las plantas en cuestión de meses.

Es importante diferenciar los síntomas de las diferentes enfermedades mediante visitas y muestreos en campo. Un síntoma que causa confusión constante es la marchitez de las plantas. Este síntoma es indicador de deshi-

dratación de los tejidos de las hojas, la cual puede tener origen natural como respuesta de la planta a los efectos de una sequía prolongada o como síntoma de daños a la raíz causados por plagas y/o enfermedades. En general podemos decir que cuando una marchitez se manifiesta durante o después de la época de lluvia, estará indicando daños radiculares. Cuando los síntomas de marchitez se presentan en los meses de marzo a mayo, al final de la época de sequía, las plantas deberán ser observadas con atención antes de efectuar acciones de manejo puesto que, si la causa es deshidratación por sequía, al entrar las lluvias las plantas recuperarán naturalmente su turgencia.

Malezas

En el cultivo del agave, como en toda la agricultura, debemos entender que se realiza un desbalance del ecosistema natural al dar preferencia a una especie de interés para el ser humano sobre las demás especies presentes en el ambiente. Esto hace que consideremos a todas las plantas presentes, que no sean la que estamos cultivando, como malezas. Sin embargo, para poder favorecer un cultivo, debemos evaluar las formas de manejo que se aplican en el cultivo del agave en función de dos aspectos principales:

1. Si las plantas presentes en el predio causan un deterioro al crecimiento y desarrollo del agave o suponen un riesgo para los operadores en el manejo del cultivo y
2. Si su presencia contribuye a disminuir la erosión y a facilitar la penetración del agua de lluvia al subsuelo.

Por ello es importante considerar, en primera instancia, los efectos inmediatos sobre nuestra actividad agrícola, y en segundo lugar, los efectos a largo plazo del manejo del predio. La formación de un suelo agrícola toma cientos de años que se pueden perder en una o varias temporadas de exposición del suelo desnudo a las tormentas propias de nuestras regiones de cultivo.

Por estas razones es necesario analizar y planear el manejo de maleza en cada predio de forma individual de acuerdo con las condiciones presentes y preparar un programa de operación agrícola acorde a las extensiones de cultivo y la disponibilidad de recursos. (López-Muraira, 2008) El territorio determinado dentro de la Declaración de Denominación de Origen del Tequila, aunque extenso, no es infinito y debemos practicar una agricultura que permita mantener las mejores condiciones para esta actividad en el futuro.¹

Cosecha

La cosecha del agave consiste en el corte y recolección de los tallos y bases de las hojas (conocidos como piñas) y su extracción de los predios para llevarlos a su aprovechamiento industrial. Esta actividad se realiza actualmente de forma manual mediante el empleo de la coa de jima, un instrumento cortante de forma casi circular que se desarrolló para poder eliminar las hojas fibrosas y preparar el tallo para su utilización. La cosecha del agave se efectúa durante todo el año y los factores de decisión de la misma se relacionan principalmente con las necesidades de abasto requerido, oferta y demanda y no con parámetros de aprovechamiento industrial.

Al efectuar la cosecha se deja sin utilizar un 50 a 60 % de la biomasa producida por el agave, consistente en hojas y raíces que no son aprovechadas para la producción de Tequila. Estos residuos se dejan en el predio y son un desperdicio agrícola en la actualidad.

1. Para una información más detallada sobre estos temas de producción agrícola del agave, consulte los capítulos correspondientes en el libro Conocimiento y prácticas agronómicas para la producción de Agave Tequilana Weber en la zona de denominación de origen del Tequila, publicado en 2007 por el INIFAP. (Pérez Domínguez y del Real Laborde, 2007)

5. Manejo industrial

Definición de características de materia prima

Para su industrialización, los azúcares de reserva del agave almacenados a lo largo de su ciclo de crecimiento, deben ser extraídos de la piña. Estos azúcares se encuentran enlazados en cadenas poliméricas llamadas fructanos y en el caso del agave, inulinas y ahora agavinas. Los fructanos son acumulados en todas las etapas de la vida de la planta como parte del mecanismo de administración de reservas que le permite subsistir a lo largo de los años durante las épocas de sequía. El objetivo evolutivo de estas reservas es asegurar la etapa reproductiva del agave. Para su aprovechamiento, los azúcares deben ser extraídos de los tejidos vegetales e hidrolizados para fracturar los fructanos en azúcares fermentables. Existen diferentes formas de realizar estos procesos, y de la eficiencia de los mismos dependerá el grado de aprovechamiento de la materia prima en las diferentes destilerías. Es importante comprender que los tejidos vegetales siguen vivos después de la cosecha y hasta el procesamiento del agave, y los azúcares presentes en la piña son la única fuente de energía disponible para las células de los tejidos. Durante el tiempo transcurrido entre la cosecha y la extracción de los azúcares, éstos serán utilizados por la respiración de los tejidos y su total se verá disminuido. Por ello es importante programar que la cosecha y la transformación de la materia prima se realicen con el menor tiempo de espera entre ellas.

Enfoques productivos específicos

Para el mejor aprovechamiento de los recursos de producción es necesario

reconocer que los azúcares presentes en la piña pueden transformarse de manera exitosa en Tequila desde etapas anteriores a la finalización del ciclo vegetativo de la planta en floración o enquistamiento. Al evaluar el agave como materia prima industrial, debemos enfocar la cosecha hacia los mejores momentos de relación costo/beneficio para las partes productora y transformadora del agave en la cadena productiva.

Un aprovechamiento oportuno favorece un mejor balance entre costo de producción y retorno, y a la vez, reducirá la presencia en los campos de plantas en las etapas de mayor susceptibilidad a enfermedades y por tanto, de focos activos de infección.

Modelos de abasto ordenado

Productividad y costo de producción

En la actualidad el mercado de agave para Tequila está sujeto a una inestabilidad dañina para el desarrollo de una cadena sustentable. Las fluctuaciones en precio hacen que las ventas abajo del costo de producción, dañen la viabilidad de la operación del productor de agave durante las épocas de exceso, y que las ventas a precios irreales, dañen la sustentabilidad del productor de Tequila en momentos de escasez. Esta relación se podrá evaluar de manera enfocada cuando se convenga en un parámetro objetivo de evaluación de la materia prima.

Un análisis específico de la relación costo/retorno en la producción de agave debe considerar todos los costos involucrados durante los años de producción y el tiempo de retorno, y reflejarse en costo por kilogramo de azúcares producidos por hectárea. Hacer las evaluaciones con base en el peso bruto final no es una medida aconsejable dado que el elemento a transformar es la cantidad de azúcar recibida en la destilería. En mi opinión, este valor debe ser evaluado a la cosecha y no a la entrada de los azúcares extraídos

del agave al proceso de producción de Tequila. Esta última medición, muy importante y necesaria, pertenece ya a la etapa de transformación e indica la eficiencia de los procesos de extracción e hidrólisis.

Para desarrollar un diálogo ordenado y constructivo entre el productor de agave y el productor de Tequila, es necesario definir una medición del contenido de azúcar en la materia prima a la cosecha o al momento de entrega al productor de Tequila.

Es básico conocer el costo de producción para definir un valor de materia prima, y es necesario separarlo de la eficiencia de procesos. El productor de Tequila necesita determinar un costo real del aprovechamiento de la materia prima en su operación con base en el precio de compra y la eficiencia de sus procesos.

Planeación de un abasto ordenado

La cadena agave-Tequila requiere un abasto planeado de materia prima, acordado con base en parámetros de calidad y reconociendo la interdependencia de las partes para construir una cadena sustentable a largo plazo. Dentro de los parámetros a evaluar deben estar la transformabilidad y la sanidad del material recibido en la destilería. Un sistema que integre horizontes de crecimiento global en un plazo de al menos siete años, revisable anualmente con los datos de condiciones de crecimiento y dirigido al aprovechamiento de la materia prima entre el quinto y séptimo año después de la plantación y no más tarde, amortiguará los vaivenes del ciclo actual y permitirá mejorar el manejo sanitario al reducir los focos de infestación ocasionados por la presencia de plantaciones en abandono. También permitirá responder con mayor velocidad ante daños causados por eventos naturales como las heladas ocurridas en 1997 y 2016.

Evaluar anualmente las condiciones reales del inventario es la única manera de actuar con efectividad.

Existen dos estrategias de abasto que son extremos opuestos, una basada en la producción controlada en su totalidad por el productor de Tequila y la otra basada en la compra especulativa de materia prima disponible en el mercado libre. Entre estos extremos hay una multitud de combinaciones entre los dos eslabones de la cadena.

Para manejar este mercado de manera organizada se debe utilizar la información disponible y hacer públicos los inventarios reales de plantas y la condición de dicho inventario, de manera tal que un productor de materia prima conozca el mercado potencial al que ofrecerá su producción, y un productor de Tequila desarrolle una planeación de su mercado futuro con base en la disponibilidad y costos involucrados con la estrategia de abasto que decida seguir.

Las herramientas insertadas en la versión actual de la Norma Oficial del Tequila, aunadas al acuerdo sanitario, abren la puerta para desarrollar un mercado informado.

Manejo regulatorio

NOM 006 SCFI, 2012

La Norma del Tequila ordena, desde su versión en 1993, que para producir Tequila, el agave a utilizar debe ser de la especie *Agave Tequilana Weber, variedad azul*, cultivado dentro del territorio de la Zona de Denominación de Origen del Tequila y registrado ante el Organismo evaluador de la conformidad. A lo largo de las versiones de la Norma, se han ido definiendo, de manera más objetiva, las obligaciones relacionadas con el registro de las plantaciones a utilizar por la industria. La versión vigente de la Norma Oficial del Tequila contiene apartados específicos que deben ser cumplidos por los productores de agave y de Tequila.

El numeral 6.5.1 señala la obligación del propietario de plantaciones de

agave con destino a la producción de Tequila, de realizar el registro de su plantación en el año calendario en que sea establecida, y de reportar anualmente los cambios que haya habido en la población de la misma, así como la condición sanitaria de las plantas. También debe reportar las acciones de manejo que se hayan efectuado. El numeral 13.1 señala la obligación del productor de Tequila de demostrar que posee el abasto suficiente para su operación. Esta demostración de abasto puede estar sustentada en producción propia y/o en contratos de abasto con productores de agave (NOM-006-SCFI, 2012).

Acuerdo Sanitario

El 8 de enero de 2013, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) emitió el “**ACUERDO por el que se establece la campaña y las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control y en su caso, erradicación del picudo del agave, así como disminuir el daño de las enfermedades asociadas a dicha plaga en la Zona Denominación de Origen Tequila**”, (SAGARPA, 2013) que señala las obligaciones específicas para el cuidado sanitario de las plantaciones de agave establecidas dentro del territorio de la Denominación de Origen del Tequila. Este acuerdo pone en efecto los mandatos contenidos en la Ley Federal de Sanidad Vegetal vigente, que en resumen contemplan el cumplimiento de tres etapas de manejo: monitoreo, control y erradicación de focos de infestación que pongan en peligro la producción del agave en esta zona.

El productor de agave está obligado a informar a la autoridad sobre la situación y condiciones sanitarias y de manejo de sus predios. Este reporte, coordinado con la obligación señalada anteriormente y contenida en el apartado 6.5.1 de la Norma Oficial del Tequila constituyen el soporte de un banco de información dinámico sobre las condiciones del cultivo en la zona

de Denominación de Origen del Tequila.

Dentro de las acciones de campaña sanitaria se realiza un monitoreo constante de las condiciones sanitarias de los predios con respecto a la presencia de picudo del agave y/o síntomas de marchitez, ataque por Cercóspora y pudrición del cogollo. También se evalúan las poblaciones de picudo del agave presentes en las diferentes regiones, mediante el empleo de trampas con feromonas específicas para esta especie. Con esta información se desarrollan mapas dinámicos de la situación sanitaria en la zona de denominación de origen que son manejados a través del Sistema de Información de Campañas Fitosanitarias (SICAFI).

Mediante la correcta utilización de esta información se generan alertas regionales para el control de focos de infestación que permiten desarrollar una estrategia coordinada de manejo sanitario. Como señalé anteriormente, estos problemas deben controlarse en cada sitio, la falta de manejo afecta a los predios colindantes, por lo tanto, es una obligación por el bien común. Con este acuerdo se tiene establecida la estructura técnica y legal para conocer y mejorar las prácticas de manejo de todas las plantaciones y reducir el riesgo de eventos sanitarios catastróficos.

6. Necesidades para asegurar el abasto futuro de la cadena Agave-Tequila

Dado que la Norma Oficial del Tequila señala únicamente una variedad dentro de una especie como la autorizada para elaborar la bebida, es prioritario que la producción de esta materia prima esté garantizada, no sólo en volumen oportuno y costo razonable, sino en la sustentabilidad de este abasto.

Del Siglo XIX al presente, la producción de Tequila ha pasado de ser una actividad artesanal a una industria con metas y objetivos globales. Sin embargo, la producción de la materia prima sigue adoleciendo de falta de visión y problemas entre los productores de agave y de Tequila. En sus principios es lógico pensar que la producción de agave era un cultivo de traspatio que se aprovechaba cuando ya iba a terminar su ciclo biológico. El productor de Tequila obtenía su abasto sin inversión o con una mínima participación en la producción de la materia prima, y el cultivo se manejaba con el mínimo trabajo necesario. Hasta finales del siglo pasado, la producción global de Tequila no sobrepasaba los 100 millones de litros anuales, y el consumo de agave estaba por debajo de las 300,000 toneladas por año.

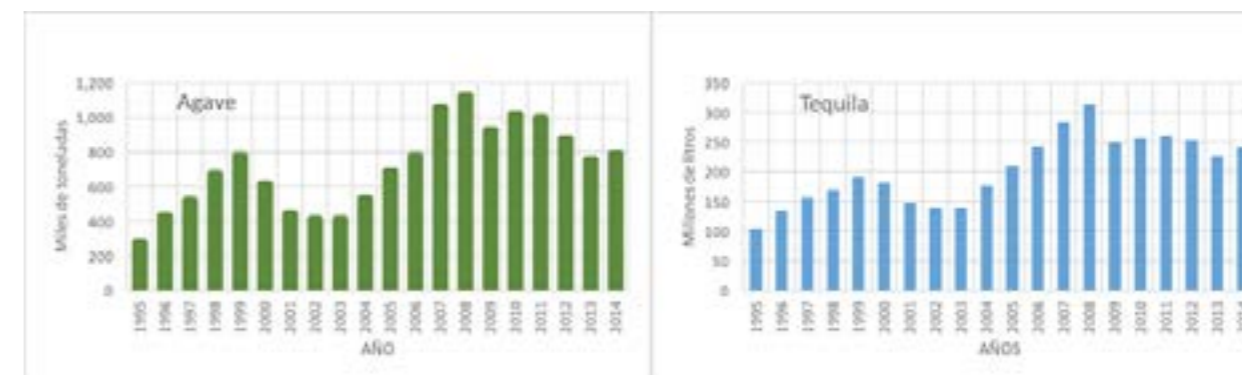


Figura 3.- Producción de Tequila en millones de litros y consumo de agave en miles de toneladas de 1995 a 2014. (CRT).

Al abrirse mercados y aumentar la demanda del producto se ha triplicado la demanda de Tequila y consecuentemente la de agave para su producción. Sin embargo, hemos acarreado las mismas deficiencias de diálogo ordenado, y tanto agaveros como tequileros se han dedicado a proteger los intereses de su sector sin considerar que estos sectores son interdependientes. Los productores de Tequila a grandes volúmenes y con obligaciones de surtir demandas mundiales, han desarrollado sus propias producciones de agave al no poder establecer una relación sustentable y madura con los produc-

tores de agave. Su estrategia es de continuidad y desarrollo y requiere altas inversiones.

Los productores de Tequila que eligen el camino de la especulación de libre mercado prohíben las plantaciones excesivas y compran agave a precios por debajo de su costo de producción, lanzando al mercado Tequilas a precios insostenibles en el largo plazo. Su estrategia es de avasallamiento y al dejar de ser rentables, desaparecen del mercado. Por lo tanto, no invierten en desarrollar mercados ni producciones de materia prima. De esta manera dañan tanto a los productores de agave, al no entregar una retribución justa por el esfuerzo invertido, como a los productores de Tequila que invierten en asegurar su presencia continua en los mercados, ya que abaratan el valor del producto final.

Este desbalance se perpetúa al no tener la cadena, en su conjunto, una visión real de las condiciones de abasto en el momento, y el ciclo de abasto/desabasto se repite porque hay quien se beneficia grandemente del mismo. Mientras la información no se encuentre clara y disponible, la especulación continuará.



Figura 4.- Ciclo histórico de abasto de Agave Tequilana Weber, variedad azul en la cadena productiva agave-Tequila.

Con base en los datos que deben ser aportados por los actores de la cadena a través de información de la situación de los cultivos, como ya señalé, y de la información de costos de compra de materia prima que debe entregar el productor de Tequila al Organismo Evaluador de la Conformidad, es posible conocer en este momento las condiciones de oferta disponible en cuanto a producciones de agave contratadas con la industria y producciones que irán al libre mercado, sus condiciones productivas y los rangos de precio que existen. Esta información permite un diálogo ordenado que debe ser mejorado cada año.

La cadena productiva agave-Tequila es una actividad agroindustrial rentable, y asegurar su viabilidad es obligación de todos sus miembros. Al tener un mercado informado, se elimina también la presión causada por el productor de agave ineficiente. Los predios y su condición son observables y no se premia el mal trabajo. El productor que hace un buen manejo, garantiza su margen de ganancia de manera natural al tener una aceptación de su producto.

7. Riesgos y oportunidades

Los riesgos más graves que enfrenta la cadena productiva agave-Tequila son la competencia natural del mercado nacional y mundial de bebidas alcohólicas y la falta de cumplimiento a las demandas del mismo. El primero, resultante de los cambios de moda y gusto del consumidor y de las tendencias adquisitivas del mismo, requiere de una estrategia coordinada de promoción del Tequila, defensa del producto contra bebidas apócrifas y de los esfuerzos de desarrollo de marcas. El segundo es un riesgo inherente en una actividad con un abasto de materia prima de largo plazo y desagregado, incapaz de responder con rapidez y efectividad ante problemas climáticos y/o sanitarios, y para evitarlo se requiere de una estrategia coordinada de

mercado de materia prima con planeación en horizontes de corto, mediano y largo plazo.

La primera y muy clara oportunidad actual es un mercado en continuo crecimiento que, si bien no avanza a las tasas de los primeros años de este siglo, sigue demandando mayor cantidad de Tequila. El nombre, prestigio y calidad que el Tequila ha labrado en el mercado internacional es un gran tesoro que debe protegerse. El Tequila actúa como un representante de México ante el mundo.

La segunda oportunidad presente es desarrollar un mercado organizado para el abasto sustentable en entrega y calidad de materia prima para proceso, con precios en horizontes previsibles que aseguren la continuidad de negocio del productor de agave y la sustentabilidad del productor de Tequila. Los elementos legales y normativos para establecer el flujo de información confiable que sustente un mercado de agave con indicadores de volumen, costo y condición sanitaria, están definidos dentro de la NOM- 006-SCFI-2012 y el Acuerdo Sanitario. La construcción de este mercado requiere del compromiso de las partes en una ruta de protección del bien común. Este es el reto más importante que enfrenta esta cadena y la oportunidad de cimentar su continuidad en el mercado.

Bibliografía

CRT. <https://www.crt.org.mx/EstadisticasCRTweb/>

González Hernández, H., J.I. del Real Laborde y J.F. Solís Aguilar, (editores) 2007. Manejo de plagas del agave tequilero. Colegio de Post-graduados y Tequila Sauza, S. A. de C.V. 123 págs.

López-Muraira, Irma Guadalupe. 2008. Manual de maleza del cultivo del Agave Tequilana en Jalisco. Instituto Tecnológico de Tlajomulco y Tequila Sauza, S.A. de C.V. 256 págs.

NOM-006-SCFI. 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SC-FI-2012. Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones. Diario Oficial de la Federación. Primera sección, matutino. 13 de diciembre de 2012. Págs. 5-23.

Pérez Domínguez J.F. y J.I. del Real Laborde, (editores) 2008. Conocimientos y prácticas agronómicas para la producción de Agave tequilana Weber en la zona de denominación de origen del Tequila. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Libro técnico N° 4. 195 págs.

Rendón, S.L.A., Ávila, M.M.E., Rodríguez G.B. y del Real L.J.I., (editores) 2011. Manual técnico para el establecimiento de huertas madre de agave azul. C.R.T. 127 págs.

Ruiz Corral, J.A. 2007. Requerimientos agroecológicos y potencial productivo del Agave Tequilana Weber en México. Págs. 11-36 In Pérez Domínguez J.F. y J.I. del Real Laborde, (editores) 2008. Conocimientos y prácticas agronómicas para la producción de Agave Tequilana Weber en la zona de denominación de origen del Tequila. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Libro técnico N° 4. 195 págs.

SAGARPA. 2013. ACUERDO por el que se establece la campaña y las medidas fitosanitarias que deberán aplicarse para el control y en su caso, erradicación del picudo del agave, así como disminuir el daño de las enfermedades asociadas a dicha plaga en la Zona Denominación de Origen Tequila. Diario Oficial de la Federación. Primera sección, matutino. 8 de enero de 2013. Págs. 32-46.

Valenzuela Zapata, A.G. 1997. El agave tequilero, su cultivo e industria. 2ª. Edición. Monsanto Litteris. 204 págs.

Hidrólisis de la inulina contenida en el agave de la especie Tequilana Weber, variedad azul

Ing. Benjamín García Durán

Contenido

1. Introducción	160
2. Procesos de hidrólisis.	161
3. Inulina	161
4. Principales procesos de hidrólisis utilizados en la industria	
Tequilera	163
Horno de piedra	164
Horno de mampostería	165
5. Autoclaves.	166
6. Difusor	168
7. Resumen.....	169
8. Perspectivas.....	169
Bibliografía.....	170

1. Introducción

Hidrólisis es el procedimiento químico, térmico, enzimático o la combinación de los anteriores, con el propósito de desdoblar los carbohidratos, principalmente la inulina presente en el agave, para obtener azúcares simples aptos para ser fermentados (NOM-006-SCFI-2012).

En la industria tequilera es importante el rendimiento en la obtención de azúcares, así como evitar la producción de sustancias no deseables.

Hablaremos principalmente de la hidrólisis de los azúcares a partir de la inulina del agave para el Tequila 100%.

En la producción de Tequila, los azúcares que se adicionan durante la formulación, antes de la fermentación, ya fueron hidrolizados a partir de una solución acuosa, principalmente por acción térmica, química, enzimática, o combinadas.

Los azúcares que se adicionan antes de la fermentación en un máximo del 49% del total de los azúcares, son principalmente azúcar de caña, piloncillo, glucosa, fructosa o derivados del maíz.

Durante esta operación unitaria se forman compuestos que, junto con la fermentación, aportarán al final de la destilación características organolépticas en el Tequila terminado.

Una mala hidrólisis puede aportar productos indeseables, ineficiencias con pérdidas excesivas de azúcares e intoxicación de la levadura (*saccharomyces cerevisiae*) por la caramelización.

2. Procesos de hidrólisis

Térmica, química, enzimática, o combinaciones entre ellas.

En la industria tequilera la hidrólisis térmica es la más común, los otros procesos se encuentran en período de investigación.

Durante este proceso se producen, entre otras sustancias, furfural, 2-acetil furfural, 5 metilfurfural (5-MHF), y derivados de las pectinas que liberan grupos metoxi, los cuales producen metanol.

Los componentes que más influyen en las características organolépticas del Tequila se dan en la fermentación, se seleccionan en la destilación y se definen con embarricados en barricas de encino o roble, dependiendo de la clase de Tequila.

3. Inulina

Hidrólisis de los polisacáridos del *Agave Tequilana Weber variedad azul*.

El principal polisacárido en el agave es la inulina llamada agavina, es un fructano. La cantidad de estos azúcares en cada planta varía dependiendo de la zona geográfica, clima, constitución del suelo, técnicas de plantación, cuidados, etc.

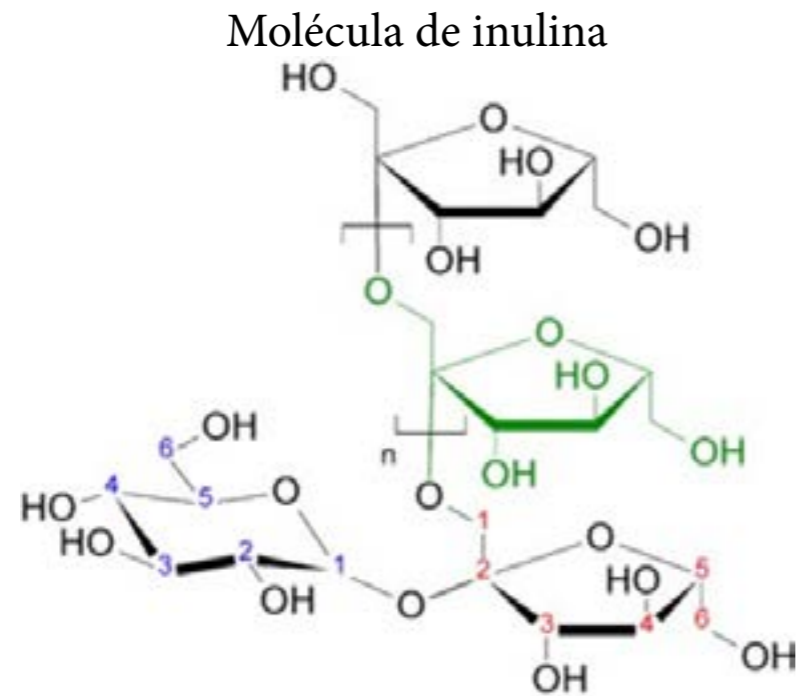
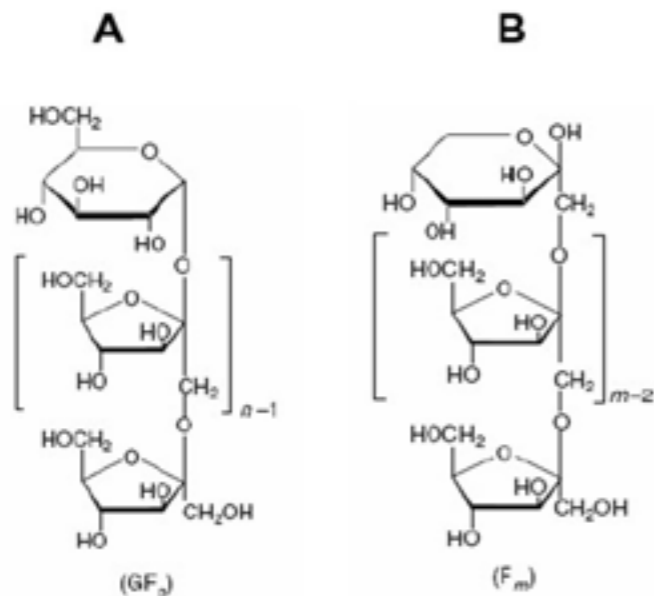


FIGURA 1
Estructura química de la inulina: con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil) (A) y con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil) (B) ⁽¹⁾



La hidrólisis de la inulina es necesaria para obtener la separación de las moléculas, el objetivo es romper los enlaces β - (2-6) y β - (2-1) de fructosa

y glucosa en su unidad fundamental que es la forma óptima para el trabajo de la levadura por medio del ciclo de la glucólisis durante una fermentación anaeróbica.

4. Principales procesos de hidrólisis usados en la industria Tequilera

En la industria tequilera se utilizan principalmente cuatro diferentes procesos y equipos para realizar la hidrólisis de los polisacáridos del agave: **Hornos de piedra** con cocimiento del agave con calor directo quemando leña de árbol para calentar al rojo vivo piedras volcánicas.

Hornos de mampostería cociendo el agave con vapor directo de calderas. **Autoclaves** de acero inoxidable con cocimiento del agave usando vapor directo de calderas.

Y otro, en el que primero se extraen los jugos del agave en crudo, ricos en polisacáridos los cuales se hidrolizan en tanques cocedores de acero inoxidable, provistos de intercambio de calor de vapor de calderas por medio de un serpentín metálico de acero inoxidable o de cobre o un enchaquetamiento denominado Difusor.

Horno de piedra



En el horno de piedra las rocas volcánicas son calentadas al rojo vivo con leña, se coloca manualmente el agave entero o partido, se tapa con ramas, láminas o algún material ligero. La capacidad puede ser hasta de 20 toneladas. El tiempo de cocimiento dura de 48 a 72 horas pero cada productor puede determinar sus tiempos de acuerdo a la cantidad y características del agave, horno, calor y medio ambiente.

Después del cocimiento viene otro tiempo de reposo para enfriar la capa superficial del horno o bien, se puede hacer en caliente antes de entrar a molienda.

Es un proceso poco eficiente por la pérdida de mieles, caramelización y manejo del agave cocido. Además, se puede presentar mayor contaminación por microorganismos debido a que en su mayoría los hornos están a la intemperie y el agave queda expuesto al medio ambiente. De esta forma, los rendimientos de agave por litro de Tequila a 55% Alc.Vol. llegan a ser mayores a 12 kilogramos, dependiendo del contenido inicial de azúcares del agave en proceso. La característica de los Tequilas obtenidos en este proceso es el olor ahumado y sabor fuerte a agave cocido.

Horno de mamposteo



El uso de hornos de mamposteo para la hidrólisis de los polisacáridos del agave (cocimiento) se generalizó hasta los años 70 del siglo XX.

Éste consiste en colocar en hornos de material de construcción de diferentes capacidades desde 250 kilos hasta 80 toneladas, con agave entero, partido, o ambos, con carga manual o mecánica, los hornos tienen tuberías por donde llega vapor de agua vivo desde las calderas, normalmente es vapor seco saturado producido a 7 kilos/centímetro cuadrado de presión caldera, y se pueden administrar desde un inicio a una presión de 2 a 3 kilos/centímetro cuadrado, hasta alcanzar de 95 a 97 grados centígrados dependiendo de la altura sobre el nivel del mar en el que está ubicado el horno, para posteriormente mantener la temperatura con la alimentación de vapor a 1 kilogramo/centímetro cuadrado o menor durante 36-48 horas.

El uso directo de vapor reduce significativamente la eficiencia del trabajo de las calderas debido a que la recuperación de los condensados es nula, estos hornos normalmente tienen gran cantidad de fugas de vapor y requieren un alto consumo de agua.

Algunas destilerías drenan y separan las primeras mieles producidas durante el cocimiento (mieles amargas) para eliminar clorofila, ceras, ésteres grasos, olores y sabores desagradables, acumulando las siguientes (mieles dulces) para unir las a los jugos extraídos de la molienda (molinos tipo cañero o por difusor) previo a la fermentación para lograr cargas con un brix de 9 a 11 grados brix.

Una vez realizada la hidrólisis, se deja en reposo abriendo las puertas para comenzar el enfriamiento que puede ser con aire inducido por ventiladores, extractores o ambos. Los tiempos totales van de acuerdo a los controles que cada destilería tiene para el perfil de su producto terminado.

Las pérdidas de azúcares por este proceso pueden variar de 8 al 18% que depende del tiempo de cocimiento, caramelización y separación de mieles amargas principalmente, dando un rendimiento de 5.5 a 14.0 kilos por litro

de Tequila a 55 % Alc.Vol. en correlación con la cantidad original de los azúcares en el agave usado.

Las características principales de los Tequilas obtenidos por este proceso es un olor fuerte a agave cocido, azúcar caramelizada, así como un gusto dulce.

5. Autoclaves

El uso de autoclaves, ya más generalizado en los años 70 del siglo XX, no fue bien visto por algunos productores que catalogaban al Tequila obtenido por este proceso como un producto de “mala calidad” por tener características organolépticas diferentes.

Paradigma que no duró mucho tiempo debido a que se llegó a producir Tequilas de excelente calidad en los que no se podía distinguir qué proceso se había utilizado.

El cocimiento (hidrólisis) de los azúcares de agave en este proceso se lleva a cabo en autoclaves de acero inoxidable de diferentes capacidades, tal vez hasta 20 toneladas con inyección directa de vapor de calderas similar al usado en el proceso de hornos de mampostería. Una ventaja del autoclave es que alcanza más rápido la temperatura de ebullición, conserva mejor el calor, sobre todo las que están aisladas, por lo que requieren menos vapor, además no tiene pérdidas por fugas de vapor.



En este proceso también se usa un procedimiento muy similar al de hornos de mampostería en la carga de agave, inyección de vapor por un tiempo de 8 a 14 horas, dependiendo del tamaño y diseño del autoclave, iniciando con una presión mayor a 2 kilos por centímetro cuadrado y manteniendo temperatura y presión con alimentación de vapor menor a un kilo por centímetro cuadrado, drenado de mieles amargas y dulces periódicamente, reposo y enfriamiento natural o forzado, pero utiliza menos vapor.

Durante esta transferencia de calor, al igual que en hornos de mamposteo, no hay recuperación de condensados a calderas.



Los rendimientos de agave por litro de Tequila son de 6 a 12 kilos por litro de Tequila a 55% Alc.Vol. Es más higiénico, con menos cargas microbianas que los dos anteriores, y con una concentración de mieles de 9 a 11 grados brix.

Las características del Tequila obtenido son similares al de hornos y es muy difícil distinguir uno de otro.

6. Difusor

Un **nuevo proceso** con poco más de 20 años de aplicación en la industria tequilera es la obtención de jugos de agave crudo por medio del equipo llamado “**DIFUSOR**”, los cuales se concentran a un grado brix de 10 a 14 y son tratados en tanques provistos de un serpentín metálico de acero inoxidable o de cobre, o bien, con una chaqueta de vapor para llevar a cabo la hidrólisis por calentamiento a ebullición durante un tiempo de 4 a 14 horas dependiendo de la concentración de los jugos, grado de hidrólisis que se desea (ésta se monitorea periódicamente), diseño del tanque, que puede tener una capacidad mayor a 30,000 litros, y del intercambiador de calor.

Las ventajas de hidrolizar de esta manera son, principalmente, que los jugos no tienen contacto con el medio ambiente, obteniendo cargas microbianas menores, se puede controlar el grado de hidrólisis de forma uniforme en toda la carga, cosa que no sucede en hornos y autoclaves en donde, en la superficie del agave, los azúcares se caramelizan y en su parte interna puede no completarse la hidrólisis. En consecuencia, se tendrán bajas eficiencias durante la fermentación.

La hidrólisis realizada a partir de jugos de agave crudo puede llevarse controladamente, más eficiente y repetible con rangos de variación muy pequeños. Las características del Tequila que se obtiene por este proceso son un olor y sabor en menor intensidad de agave y de azúcar quemado. Los rendimientos obtenidos por este proceso son de 5.2 a 6.5 kilos de agave por litro de Tequila a 55 % Alc.Vol.

7. Resumen

Los procesos más usados para hidrólisis de los polisacáridos, a partir del agave en la industria tequilera, han ido evolucionando conforme el avance en la aplicación de tecnología, pudiéndose observar que a raíz de la conquista de México por los españoles, también llegaron métodos y equipos que vinieron a evolucionar la forma original de producir Tequila, en consecuencia, su aspecto y características organolépticas.

Actualmente el proceso más eficiente, sanitario y controlado en la hidrólisis de los polisacáridos del agave es a partir de los jugos extraídos del agave crudo.

8. Perspectivas

Desde el punto de vista de cambiar paradigmas, innovar procesos, aplicar tecnología y pensar “fuera de la caja”, la industria tequilera presenta un campo de acción muy amplio, quedando por explorar los procesos enzimáticos y equipos como el jet cooker entre otros, así como la aplicación de la automatización de los equipos en todas sus operaciones unitarias. Es conocido que hay destilerías que ya tienen implementada la automatización en gran parte de sus equipos y operaciones, haciendo posible la respetabilidad y estandarización de sus productos.

Con la adquisición de destilerías y marcas de Tequila por parte de empresas trasnacionales productoras de otras bebidas alcohólicas procedentes de diferentes materias primas, no queda la menor duda que, al igual que con la llegada de los españoles, nuestro Tequila tendrá cambios en su proceso

de elaboración, pero gracias a la Denominación de Origen, conservará los atributos principales que le han dado notoriedad, tales como conservar las materias primas y procesos característicos además de los factores humanos para llevar el nombre de Tequila, pero los gustos y la forma de tomar lo cambiará de acuerdo al gusto rector del consumidor.

-El mejor Tequila es aquel que más te guste-

Bibliografía

Manuales de Curso de Especializaciones (Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica y Diseño del Estado de Jalisco).

Manual The Alcohol School. The Alltech Institute Of Brewing and Distilling.

Diccionario de Química Stephen Miall Mackenzie .

Wade, L. G. Jr. Química Orgánica 7ª Edición, Ed Pearson, México 2011
Carey, F. A. Química Orgánica, Ed MacGraw-Hill, México, 2006.

Molienda y extracción del agave de la especie Tequilana Weber, variedad azul

Ing. Benjamín García Durán

Contenido

Resumen	173
Tahona	173
Molinos de masas	175
Desgarradora de cuchillas y de impactos	177
Difusor	180
Acondicionador vista interior del difusor	183
Conclusiones	184
Perspectivas	185
Bibliografía	186

Resumen

En la industria Tequilera, actualmente los procesos de molienda y extracción de los azúcares a partir del Agave Tequilana Weber Variedad Azul, ha logrado ser de un interés prioritario por sus rendimientos, características organolépticas y estandarización de sus Tequilas.

Los procesos más comunes se logran por medio de la tahona, molinos de masas (tipo cañero) y difusor, o una combinación de ambos.

La industria ha dejado atrás paradigmas en el proceso de la producción del Tequila, encontrando cada vez nuevas formas de trabajar para obtener más variedad de productos, logrando adecuarse a la gran variedad de gustos del consumidor.

Tahona

La tahona es el equipo más antiguo que todavía se usa para la extracción de azúcares del agave cocido.





Consiste en una pila donde se coloca el agave ya cocido, la superficie tiene un diseño con pendiente hacia la periferia para poder coleccionar los jugos. En muchas destilerías todavía utilizan la tracción con automotores, y en algunas instalaciones ya se trabaja con tracción electromecánica.

La fibra triturada de esta forma se reacomoda constantemente durante la molienda para mejorar la extracción, poniendo en contacto la superficie de la piedra con la fibra; la piedra tiene en el diseño de su superficie el mismo ángulo de la pendiente del fondo de la pila.

Los jugos son enviados a los tanques de fermentación con la incorporación de la fibra molida y se les añade agua para lograr una concentración (7 a 11 grados brix) de azúcares propicio para el trabajo de la levadura y rendimientos que, aunados a los de fermentación, van de 7 a 15 kilos de agave por litro de Tequila a 55% Alc.Vol.

Un inconveniente en el uso de la tahona es la contaminación por la exposición del proceso al medio ambiente, la intensa limpieza que requiere y

las bajas eficiencias en la fermentación. En este proceso estamos hablando de un alto riesgo de contaminación si no se tienen los cuidados adecuados. El proceso hace que los mostos sean ricos en congéneres o sustancias que se forman por el desdoblamiento y mezcla de los más de 300 compuestos propios del agave.

Las características organolépticas que más sobresalen de los Tequilas producidos por tahona es un olor y sabor dulce a agave cocido.

Molinos de masas

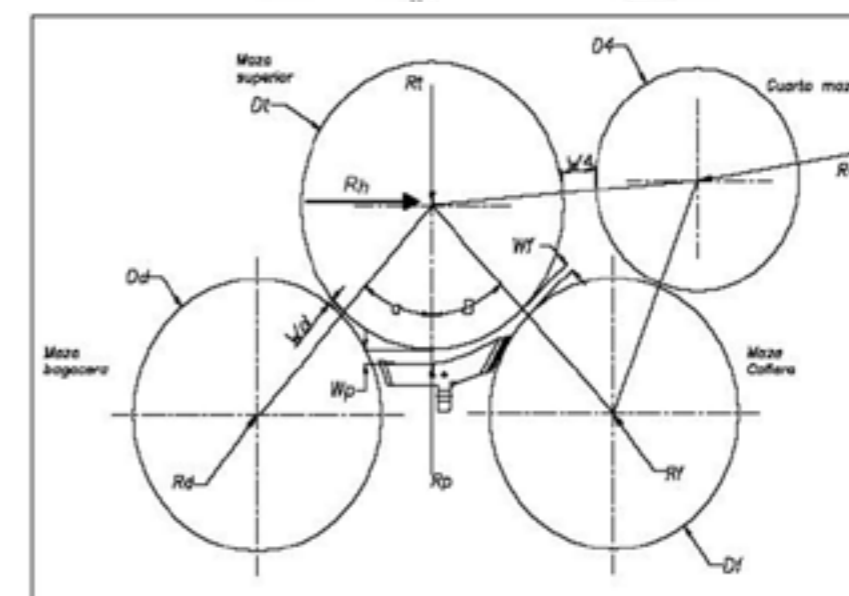
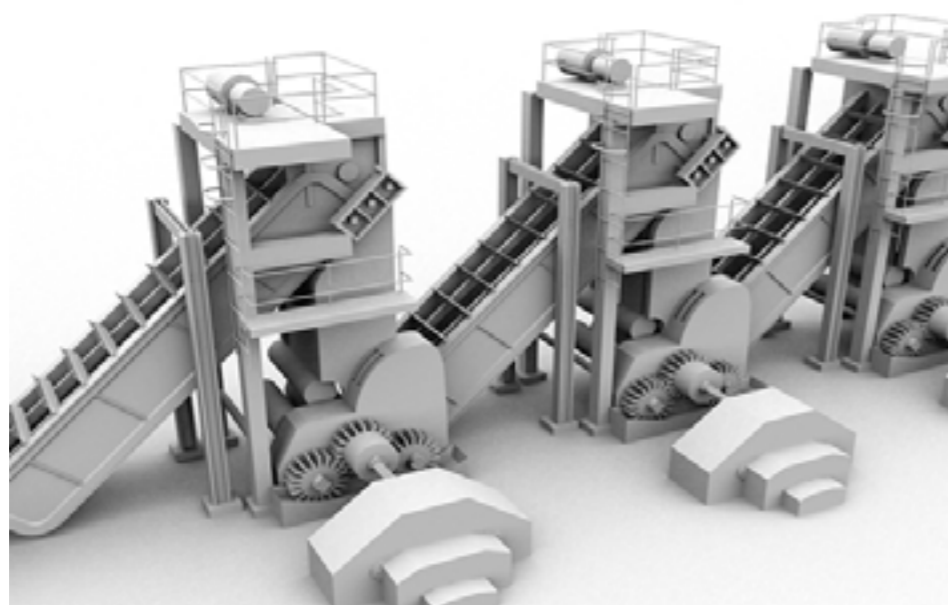


Figura 3. Esquema de un molino tipo Farrel de cuatro mazas



La incorporación de los molinos tipo cañero a la industria Tequilera, a pesar de que las características morfológicas, físicas y estructurales de las fibras de la caña y el agave (cocido) son diferentes, ha sido posible adoptarlo y adaptarlo para la extracción de azúcares en la industria del Tequila con la aplicación de mecanismos físicos como la imbibición, temperatura, lavado o lixiviación y la presión.

El tren de molienda consta de un transportador alimentador desde los hornos de cocimiento a una desgarradora de cuchillas, una de impactos, de tres a cuatro tandems de molinos normalmente de tres masas, ya se están usando de cuatro masas con chute, un sistema de resortes o hidráulico en los cabezales para mantener la presión entre las masas, un sistema de imbibición y lavado con agua potable caliente o a temperatura ambiente, la que se alimenta en contracorriente a la entrada del agave con avance a base de bombeo aplicándose a la fibra en la entrada de cada molino.

En destilerías pequeñas usan un sólo tándem de molinos, reciclando de dos a tres veces la fibra lavándola, o bien, otros equipos con tornillo y malla (tipo speller) con diámetro mayor en la alimentación, menor a la salida para extracción a presión.

Desgarradora de cuchillas y de impactos



En la banda alimentadora de agave, a las desgarradoras se les debe colocar una báscula de paso para que el molinero vaya alimentando la cantidad de kilos por hora a la que fue diseñado el tren de molienda, pero en la mayoría de los molinos instalados, esta alimentación se hace de acuerdo al avance de la fibra por los transportadores alimentadores de un tándem a otro.



La función de la desgarradora de cuchillas es partir la piña de agave (penca y corazón o mezontle) en trozos de 5 a 15 centímetros de longitud, posteriormente son alimentados a una desgarradora de impactos para abrir las fibras y aumentar la superficie de contacto para favorecer la extracción de azúcares.



La fibra es alimentada por un transportador de banda al molino (la gran mayoría de los tandem de molinos en la industria son de tres masas), lugar donde se administra también el agua de imbibición (puede ser a temperatura ambiente o precalentada). Los cabezotes de los molinos están provistos de un resorte y/o un sistema hidráulico para mantener la presión de las masas sobre el colchón de fibra y lograr una mejor extracción.

Un problema que se presenta en la alimentación es que la carga de fibra no es uniforme, ocasionando que las masas abran más o menos de un instante a otro, disminuyendo la eficiencia de extracción debido al espesor del colchón y a la variación en la relación fibra-agua, ya que la alimentación de agua es constante, pero ineficiente.

El rayado de las masas es muy importante para eficientar la extracción, y dependiendo del diseño, normalmente la profundidad del primero es mayor, los dos siguientes una profundidad media entre el primero y el cuarto. Por último, el cuarto es el de menor profundidad al de los anteriores. Ejemplo 3/4, 1/2, 1/2 y 1/4, de pulgada, esto con el propósito de poder retirar la mayor cantidad de agua de la fibra.



La forma de verificar si está trabajando bien el tren de molienda es haciendo una curva de concentración de jugos en cada estación de molinos y comparándola contra la curva estándar establecida. Para una buena molienda se debe hacer al menos cada dos horas en un turno de molienda de 8 horas. La relación de fibra-agua es de 1 a 2.7 litros de agua por kilo de agave (base húmeda) para obtener un brix de 8 a 11 dependiendo también de la concentración inicial de azúcares en el agave recibido.

La fibra, a la salida en una molienda muy eficiente, está entre 3 y 5% de azúcares residuales en el bagazo (base seca) y un máximo de 60% de humedad. En algunos casos se pasa la fibra varias veces para lograr una mayor extracción.

En este proceso, la contaminación microbiana promedio es de 1×10^5 a 1×10^7 tomando en cuenta que se debe retirar fibra, lavar y sanitizar, levantando masas todos los días; en consecuencia, el proceso no es continuo debido a que entre más largo es el tiempo de molienda, se incrementa la contaminación.

También encontramos el caso de los tándem de molinos de 4 masas, chute de alimentación de bagazo, sistema hidráulico en los cabezotes y control de temperatura en el agua de imbibición.

Estos equipos también requieren de limpieza diaria y sanitización, se obtienen jugos con una carga microbiana de 1×10^5 a 1×10^6 , jugos hasta de 14 a 17 grados brix, azúcares reductores residuales en el bagazo menores al 2% (base seca), consumo de agua menor de 1 litro por kilo de fibra (base húmeda) y una humedad menor al 60% en el bagazo residual.

El éxito en estos molinos de cuatro masas consiste en que la cuarta masa es exclusiva para alimentar desde un chute (tolva) la fibra desgarrada, manteniendo con un controlador de nivel el volumen calculado para mantener la alimentación constante y uniforme.

Estos molinos son 100% automatizados, registrando una correlación para control de fibra, agua, temperatura y presión de molinos. Al poder obtener jugos de carga de 17 grados brix y cuentas microbianas bajas, los rendimientos en fermentación se ven favorecidos.

Los ahorros en consumo de agua, combustible, tiempos de limpieza, en menor cantidad de tanques para fermentación, alambiques y menor tamaño en columnas de destilación, hacen muy atractivo el uso de este arreglo de molienda.

Difusor

El uso del “ Difusor “ de forma exitosa en la industria Tequilera se tuvo a fines de los años 80 del siglo XX; al igual que los molinos, los difusores tienen

gran aplicación en la industria cañera, principalmente en la extracción de azúcares por los mismos medios físicos como la imbibición, temperatura, lavado o lixiviación y la presión con diferencia en la forma de aplicarlos.

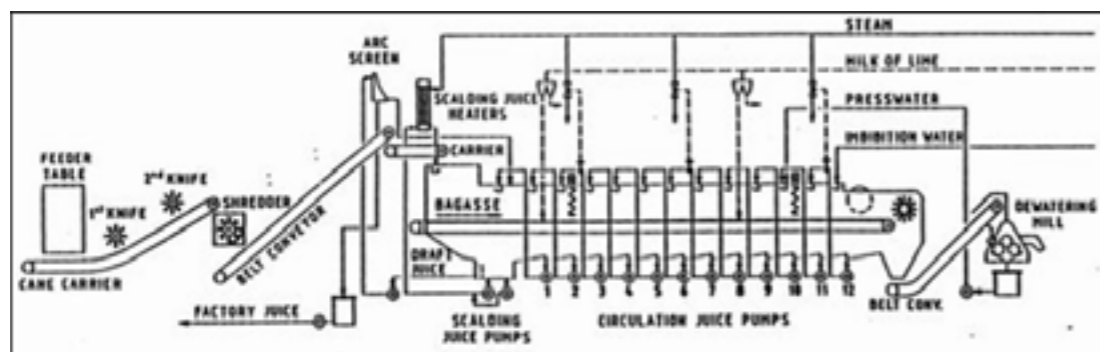


En la industria cañera los difusores trabajan todo el tiempo durante los meses de la zafra, que depende del clima seco, mientras no llueve y con mantenimiento en los meses de paro (tiempo de lluvias) debido a que no se puede hacer la quema y corte de caña (zafra).

Estos equipos tienen la capacidad de moler más de 1,000 toneladas diarias de caña (10-15 metros de ancho por 100-130 metros de largo) dependiendo de su capacidad instalada en las siguientes etapas del proceso.

En nuestra industria se deben construir también en balance con los tiempos posteriores empleados en las operaciones unitarias como son la hidrólisis, fermentación, destilación y capacidad de almacenamiento.

Los difusores instalados actualmente son superiores a 100 toneladas por día, siendo menos eficientes conforme disminuye sus dimensiones y con paros durante la operación.



El proceso de extracción en difusor consiste en la alimentación del agave crudo a una desgarradora de navajas para partir en trozos de un tamaño que varía de 5 a 15 centímetros, que inmediatamente se alimenta a una desgarradora de impactos (hay varios modelos de desgarradoras) para abrir y separar las fibras, acondicionando la carga en una banda que corre a lo largo del difusor. Este acondicionamiento se hace mediante una barra transversal que acomoda y da la altura de la cama de fibra.



Acondicionador vista interior del difusor



En el interior, el difusor va equipado con una banda transportadora, acondicionador de carga, alimentación de agua y celdas (20 a 30) con sistema de bombeo para el avance del agua (puede ser caliente o a temperatura ambiente) que va en contracorriente al flujo de la fibra.

Difusor de agave (3.5 a 4 metros de ancho, 25 a 40 metros de largo)



El acondicionamiento de carga de agave desgarrado, altura de la cama, velocidad de banda, alimentación de agua y la temperatura, se hace por prueba y error hasta lograr las condiciones estándar. Una vez establecidas las variaciones de sus parámetros deberán ser muy cerrados para evitar ineficiencias, por lo que todos sus componentes están equipados con aparatos que automatizan su operación.

La eliminación del exceso de humedad del bagazo se hace con un molino tipo cañero o un speller (tornillo concéntrico y malla).

Las ventajas del uso del difusor son:

1. Todo el proceso de extracción se lleva a cabo sin contacto con el medio ambiente
2. Se obtienen jugos con cargas microbianas menores a 1×10^4
3. No es necesario hacer paros para limpieza y sanitización en largos tiempos
4. Los azúcares no son consumidos por otros microorganismos
5. Los azúcares residuales en la fibra son menores al 2% (base seca)
6. El uso de agua por Kg de fibra es de un litro por Kg de agave o menor
7. Las cargas de jugo son más estandarizadas
8. Se usa menos energía de calderas y eléctrica
9. Bajo costo de mantenimiento
10. Mayor tiempo de operación sin requerimiento de mantenimiento
11. Menor costo de inversión.

Conclusiones

De los procesos de extracción de azúcares, a partir del agave, los más utilizados son los molinos tipo cañero y el difusor.

Los principios físicos son los mismos, sólo difieren en la forma de aplicarlos.

Las ventajas del uso del difusor sobre la tahona y molinos son las que ya se mencionaron en la descripción y operación del difusor.

El difusor se utiliza partiendo del agave crudo o cocido; en tahona y molinos, se usan sólo con agave cocido.

La forma de extraer los azúcares por cualquiera de estos procesos no influye sustancialmente en las características organolépticas del Tequila. Las características organolépticas del Tequila se asocian más con la madurez, suelo, cuidados del agave, etc.; las operaciones unitarias como la hidrólisis, fermentación y destilación, o con el reposo y añejamiento en recipientes de madera.

Perspectivas

A pesar de tener en la industria Tequilera cientos de años la tahona, los molinos de masas y los difusores (sólo 20–30 años) aún no se les ha terminado de perfeccionar en el proceso de extracción de azúcares que provienen del agave.

Es un hecho que con la participación, como dueños de tequileras, las empresas trasnacionales fabricantes de otro tipo de bebidas espirituosas estarán aportando nueva tecnología para esta operación unitaria, entonces debemos “salir de la caja”, ser receptivos e innovadores para poder sacar provecho de esta oportunidad que nos da la globalización.

Como se puede observar durante el desarrollo de este tratado, hay áreas de mejora con recuperación de capital en tiempos razonables.

Por esta razón se recomienda invertir en el mejor de todos los equipos aquí descritos, investigación del capital humano y material para poderse llamar industria de punta.

En la actualidad, la mayoría de las firmas tequileras esperan ver primero los resultados de las grandes empresas antes de invertir en tecnología.

Entonces como ahora, habrá quien se oponga a los cambios y sólo el consumidor, como siempre, dará la pauta a seguir.

Bibliografía

Difusores Zanini, SP, Brasil.

Uni-Systems do Brasil, LTDA, Sertaozinho, SP, Brasil. Castellanos I. Análisis de la eficiencia de molinos.

Kerr, H. W. El cálculo de los setting de los molinos. Difusores Zanini, Sp, Brasil.

Mathuswarny. G. K. Molino autoajustable. International Sugar Journal. Samaur Mejoramiento de la alimentación de los molinos.

Usinas Santa Elisa y Mandu SP, Brasil.

Uso de los derivados del maíz en el proceso del Tequila

Ing. Gabriel Brown Valencia

Contenido

Resumen	190
1. Hidratos de carbono	190
2. Monosacáridos	192
Aldosas	194
Cetosas	196
Anómeros y equilibrio	197
Fructosa y glucosa	199
Reacciones con monosacáridos de interés industrial	199
3. Disacáridos	200
Sacarosa	201
Lactosa	201
Maltosa	202
Equilibrio anomérico. Disacáridos reductores y no reductores	203
4. Oligosacáridos	203
Hidrólisis	204
5. Polisacáridos	205
Homopolisacáridos	206
Heteropolisacáridos	206
Estructurales (celulosa, hemicelulosa)	206
De reserva (almidón, glucógeno, inulina)	207
6. Almidón	208
Amilosa	209
Amilopectina	210
Gelatinización	211
Retrogradación	212
El almidón en la industria	213

7. Derivados de maíz utilizados en la fabricación del Tequila	215
Jarabes de glucosa y dextrosa	216
Jarabes de alta fructosa	217
8. Uso de otros carbohidratos en el proceso del Tequila	218
Melaza	218
Piloncillo	219
Azúcar	220
9. Inulina (Fructanos)	220
Bibliografía	223

Resumen

Los derivados de maíz son ampliamente utilizados en la industria de la fermentación como fuentes de hidratos de carbono. En la actualidad, los procesos de extracción de derivados de maíz permiten tener acceso a diferentes formas de hidratos de carbono que pueden ser utilizados en procesos de fermentación. Prueba de ello es que desde 2006 se ha generalizado la producción de etanol a partir de derivados de maíz, principalmente en los Estados Unidos, como un biocombustible que se mezcla con las gasolinas buscando obtener combustibles renovables.

Existen diferentes tipos de hidratos de carbono o carbohidratos como los monosacáridos, oligosacáridos, polisacáridos y fructanos. Los derivados de maíz utilizados en la industria de la fermentación son todos provenientes del almidón de maíz, un polisacárido ampliamente disponible en la naturaleza y por lo tanto, de un costo accesible.

Se explican las características más importantes de los diferentes carbohidratos hasta llegar a la inulina de agave, el fructano presente en las piñas de agave, el cual es hidrolizado y fermentado en el proceso tradicional del Tequila, así como la utilización de los derivados del maíz.

1. Hidratos de carbono

Los glúcidos, carbohidratos, hidratos de carbono o sacáridos (del griego σάκχαρ «azúcar») son biomoléculas compuestas por carbono, hidrógeno y oxígeno, cuyas principales funciones en los seres vivos son el otorgar energía inmediata y estructural. La glucosa y el glucógeno son las formas biológicas primarias de almacenamiento y consumo de energía; la celulosa cumple

con una función estructural al formar parte de la pared de las células vegetales, mientras que la quitina es el principal constituyente del exoesqueleto de los artrópodos.

El término “hidrato de carbono” o “carbohidrato” es poco apropiado, ya que estas moléculas no son átomos de carbono hidratados, es decir, enlazados a moléculas de agua, sino que constan de átomos de carbono unidos a otros grupos funcionales como carbonilo e hidroxilo. Este nombre proviene de la nomenclatura química del siglo XIX, ya que las primeras sustancias aisladas respondían a la fórmula elemental $C_n(H_2O)_n$ (donde “n” es un entero ≥ 3). De aquí que el término “carbonohidratado” se haya mantenido, si bien, posteriormente, se demostró que no lo era. Además, los textos científicos anglosajones aún insisten en denominarlos “carbohydrates” lo que induce a pensar que éste es su nombre correcto. Del mismo modo, en dietética, se usa con más frecuencia la denominación de carbohidratos.

Los glúcidos pueden sufrir reacciones de esterificación, aminación, reducción, oxidación, lo cual otorga a cada una de las estructuras una propiedad específica, como puede ser de solubilidad.

Sinónimos:

Carbohidratos o hidratos de carbono: Hubo intentos para sustituir el término de hidratos de carbono. Desde 1996 el Comité Conjunto de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry) y de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (International Union of Biochemistry and Molecular Biology) aconseja el término carbohidrato y no recomienda el de hidratos de carbono.

Glúcidos: Este nombre es dado debido a que pueden considerarse derivados de la glucosa por polimerización y pérdida de agua. El vocablo procede del griego “glycýs”, que significa dulce.

Azúcares: Este término sólo debe usarse para los monosacáridos (aldosas y cetosas) y los oligosacáridos inferiores (disacáridos). En singular (azúcar) se utiliza para referirse a la sacarosa o azúcar de mesa.

Sacáridos: Proveniente del griego σάκχαρον que significa «azúcar». Es la raíz principal de los tipos principales de glúcidos (monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos).

Los carbohidratos son, pues, compuestos formados en su mayor parte por átomos de carbono e hidrógeno, y en menor cantidad, de oxígeno. Tienen enlaces químicos difíciles de romper de tipo covalente, pero almacenan gran cantidad de energía que es liberada cuando la molécula es oxidada. En la naturaleza son un constituyente esencial de los seres vivos, formando parte de biomoléculas aisladas o asociadas a otras como las proteínas y los lípidos, siendo los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza. Los carbohidratos cumplen dos papeles fundamentales en los seres vivos. Por un lado son moléculas energéticas de uso inmediato para las células (glucosa) o que se almacenan para su posterior consumo (almidón y glucógeno); 1g. proporciona 4 kcal. Por otra parte, algunos polisacáridos tienen una importante función estructural, ya que forman parte de la pared celular de los vegetales (celulosa) o de la cutícula de los artrópodos.

En la industria los carbohidratos tienen un papel muy relevante, principalmente en la industria de los derivados del maíz, la cual, a partir del almidón de maíz y mediante diversas reacciones, obtiene una gran cantidad de productos alimenticios basados en carbohidratos como glucosa, dextrosa, alta fructosa, maltodextrina y otros.

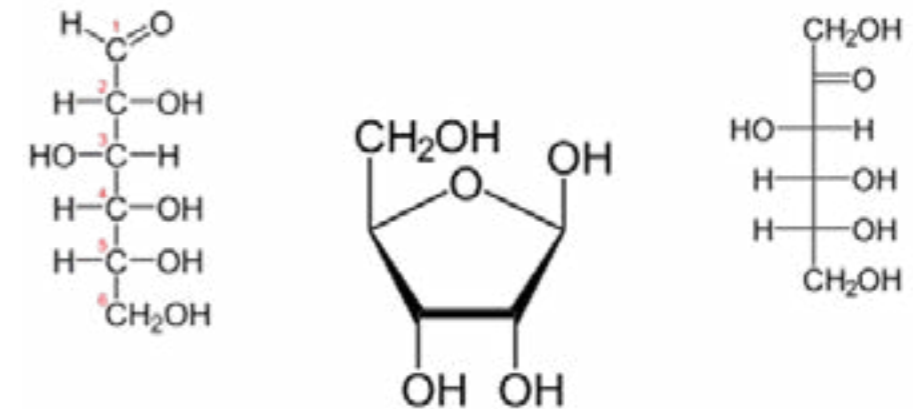
2. Monosacáridos

Los carbohidratos más simples, los monosacáridos, están formados por una sola molécula; no pueden ser hidrolizados a carbohidratos más pequeños.

La fórmula química general de un monosacárido no modificado es $(CH_2O)_n$, donde n es cualquier número igual o mayor a tres, su límite es de 7 carbonos. Los monosacáridos poseen siempre un grupo carbonilo en uno de sus átomos de carbono y grupos hidroxilo en el resto, por lo que pueden considerarse polialcoholes. Por tanto se definen químicamente como polihidroxi aldehídos o polihidroxi cetonas.

Los monosacáridos se clasifican de acuerdo a tres características diferentes: la posición del grupo carbonilo, el número de átomos de carbono que contiene, y su quiralidad. Si el grupo carbonilo es un aldehído, el monosacárido es una aldosa; si el grupo carbonilo es una cetona, el monosacárido es una cetosa.

Los monosacáridos más pequeños son los que poseen tres átomos de carbono, y son llamados triosas; aquellos con cuatro son llamados tetrasas, los que poseen cinco son llamados pentosas, seis son llamados hexosas, y así sucesivamente. Los sistemas de clasificación son frecuentemente combinados; por ejemplo, la glucosa es una aldohexosa (un aldehído de seis átomos de carbono), la ribosa es una aldopentosa (un aldehído de cinco átomos de carbono) y la fructosa es una cetohehexosa (una cetona de seis átomos de carbono), como se muestra en las siguientes figuras:



Glucosa - Forma Dextrógira Ribosa - Forma Furanosa Fructosa - Forma Levógira

Cada átomo de carbono posee un grupo de hidroxilo (-OH), con la ex-

cepción del primero y el último carbono, todos son asimétricos, haciéndolos centros estéricos con dos posibles configuraciones cada uno (el -H y -OH pueden estar a cualquier lado del átomo de carbono). Debido a esta asimetría, cada monosacárido posee un cierto número de isómeros. Por ejemplo, la aldohexosa D-glucosa, tienen la fórmula $(CH_2O)_6$, de la cual, exceptuando dos de sus seis átomos de carbono, todos son centros quirales, haciendo que la D-glucosa sea uno de los estereoisómeros posibles. En el caso del gliceraldehído, una aldotriosa, existe un par de posibles estereoisómeros, los cuales son enantiómeros y epímeros (1,3-dihidroxiacetona, la cetosa correspondiente es una molécula simétrica que no posee centros quirales). La designación D o L es realizada de acuerdo a la orientación del carbono asimétrico más alejados del grupo carbonilo: si el grupo hidroxilo está a la derecha de la molécula es un azúcar D, si está a la izquierda es un azúcar L. Como los D azúcares son los más comunes, usualmente la letra D es omitida.

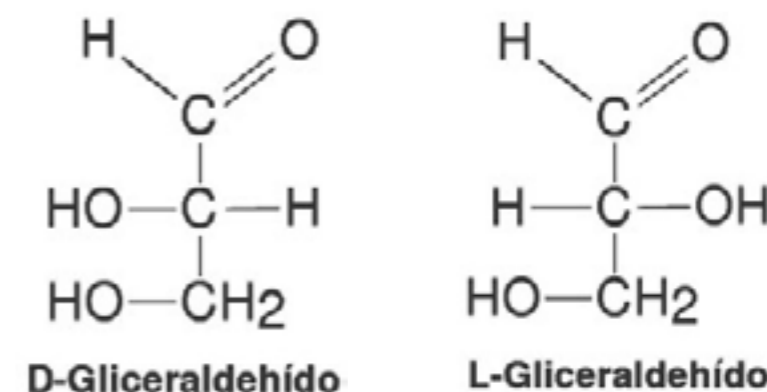
Los monosacáridos son la principal fuente de combustible para el metabolismo, siendo usado tanto como una fuente de energía (la glucosa es la más importante en la naturaleza) y en biosíntesis. Cuando los monosacáridos no son necesarios para las células son rápidamente convertidos en otra forma, tales como los polisacáridos.

La industria de alcoholes y bebidas alcohólicas tiene una estrecha relación con los monosacáridos, ya que su materia prima, sean estos almidones, inulina o sacarosa, son polímeros de glucosa o fructosa y, por lo tanto, tienen una participación directa en la elaboración de bebidas alcohólicas.

Aldosas

Se consideran derivadas del gliceraldehído (la aldosa más sencilla), la cual tiene la característica que su átomo central es ópticamente asimétrico y da

lugar a dos isómeros, el D- gliceraldehído y el L- gliceraldehído.



Con el fin de establecer una relación estereoquímica entre los monosacáridos, el Doctor Emil Fischer construyó un “árbol familiar” de los carbohidratos, generando la familia de las aldosas y de la cetosas; para el caso de las aldosas, éstas se consideraban derivadas del gliceraldehído, asumiendo que se van insertando nuevos átomos de carbono entre las posiciones 1 y 2 de la cadena. Este nuevo átomo insertado es asimétrico, por lo que se genera un nuevo centro óptico con cada inserción. Las aldosas generadas a partir del D-gliceraldehído con sus nombres convencionales se muestran a continuación:



Familia de las D-aldosas

Es importante observar que la configuración del penúltimo carbono permanece inalterada respecto al D-gliceraldehído. El L-gliceraldehído genera la serie L de aldosas. Cada D-aldosa encuentra su enantiómero (imagen especular) en la familia de las L-aldosas y viceversa. La configuración de las L-aldosas se deduce trivialmente de la figura anterior.

Las aldosas más importantes desde el punto de vista alimentario e industrial son la glucosa en primer lugar, y después la galactosa y la manosa.

Cetosas

Las cetosas se pueden considerar derivadas de la dihidroxicetona. Sin embargo, la dihidroxicetona no presenta centro quiral, por lo que el número de cetosas posibles se reduce a la mitad; en este caso, la estereoisomería comienza en la eritrosa. La D-eritrosa da comienzo a la familia de las D-cetosas como se puede observar en la siguiente figura.



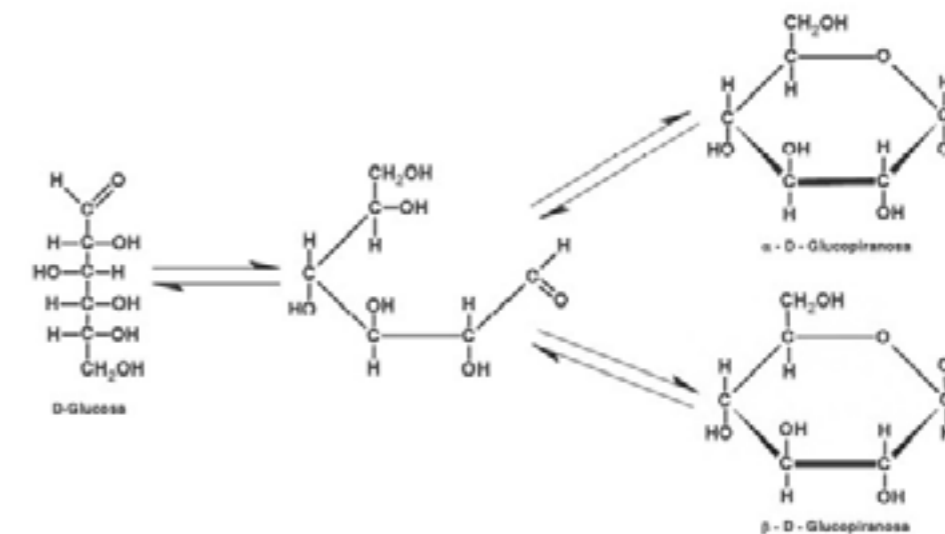
Familia de las D-cetosas

La estructura espacial de la fructosa tiene mucho que ver con la de la glu-

cosa y la manosa. Esto es interesante porque existen enzimas capaces de isomerizar las aldosas a cetosas, y por tanto, la isomerización de glucosa y manosa generará fructosa, que tiene sus ventajas en la industria de edulcorantes y de los derivados del maíz.

Anómeros y equilibrio

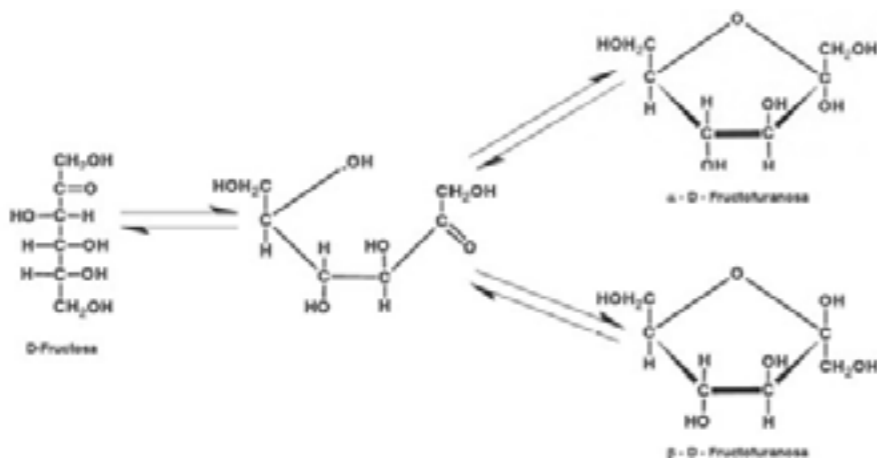
Otro factor que añade más complejidad a la configuración de los monosacáridos es que, tanto el grupo cetona como el aldehído, pueden reaccionar con los hidroxilos de la misma molécula para formar, respectivamente, hemiacetales y hemicetales intramoleculares. Mediante esta reacción, las aldohexosas y cetoheptosas forman enlaces internos dando lugar a compuestos heterocíclicos de 5 átomos llamados furanosas, y de 6 átomos llamados piranosas. Esta configuración se muestra en los siguientes ejemplos. Para la glucosa:



Formación de los anillos anoméricos piranósicos a partir de D-glucosa

El átomo de carbono del grupo carbonilo pasa a ser asimétrico cuando se involucra en el heterociclo, resultando dos formas isoméricas diferentes de monosacárido, la forma "α" y la forma "β" (por nomenclatura, "α" quiere

decir que el grupo hidroxilo se encuentra abajo, mientras que en “13” se encuentra arriba); estas formas isoméricas son llamadas como anómeros. De igual manera para la fructosa:



Formación de los anillos anoméricos furanosicos a partir de D-fructosa

Aunque esta diferencia pueda parecer insignificante, es de extraordinaria importancia, ya que da lugar a diferentes características, como el hecho de que la celulosa no se pueda digerir, mientras que el almidón se digiere fácilmente.

La forma abierta de los monosacáridos y los anillos anoméricos piranosicos y furanosicos se interconvierten entre sí en un equilibrio dinámico, este equilibrio se puede observar más fácilmente si el monosacárido se encuentra en solución acuosa, como lo muestra la siguiente tabla:

Carbohidrato	α -piranosa (%)	β -piranosa (%)	α -piranosa (%)	β -piranosa (%)	Cadena abierta (%)
D-glucosa	38	62	0.5	0.5	0.002
D-fructosa	2.5	65	6.5	25	0.8
D-galactosa	30	64	2.5	3.5	0.02
D-xilosa	36.5	58.5	6.4	13.5	0.05

Distribución anomérica en equilibrio de algunos monosacáridos en solución acuosa a temperatura de 310°C

Sin embargo, el equilibrio no es rápido; en casos donde el compuesto está

seco, la proporción de cada una de las especies es la misma que tuviesen en el momento del secado, mientras que, una vez disueltas en agua, evolucionan hasta alcanzar el equilibrio mencionado.

Fructosa y glucosa

La fructosa es la cetosa de mayor interés alimentario por su poder edulcorante y su presencia en alimentos como frutas y miel; cuando se hidroliza la sacarosa, se produce en cantidades equimolares con la glucosa. Al igual que la mayoría de los monosacáridos, la fructosa es un azúcar reductor y, dado que es altamente levógiro, se le designa con el nombre de levulosa. Forma parte de algunos polisacáridos llamados fructanos, principalmente de la inulina, que se encuentra en plantas como el *Agave Tequilana Weber, variedad azul*, que da origen al Tequila, así como otros tipos y variedades de agave, de maguey, y de alcachofa, entre otras.

La glucosa es el monosacárido más abundante en la naturaleza, existe en forma libre como azúcar en las frutas, o en estado polimerizado como el almidón y la celulosa debido a que la glucosa es dextrógiro (es decir, gira a la derecha sobre el plano de luz polarizada) también se le conoce con el nombre de dextrosa.

Reacciones con monosacáridos de interés industrial

Los monosacáridos pueden experimentar diferentes reacciones que son sumamente importantes para la industria de los derivados del maíz, entre las de mayor interés se encuentran: oxidación, reducción, isomerización, formación de acetales, entre otras.

Oxidación: El grupo carbonilo de las aldosas puede ser oxidado con relativa facilidad para dar ácidos que se denominan con nombres derivados del monosacárido del que proceden. La oxidación puede realizarse por medios químicos, aunque suele hacerse usando fermentaciones.

Reducción: El grupo carbonilo de aldosas y cetosas puede ser fácilmente reducido para obtener una familia de sustancias denominadas “azúcaresalcohol” o “polioles” que poseen propiedades edulcorantes sin tener muchas de las desventajas de los azúcares correspondientes, como ser no cariogénicos y tolerados por diabéticos.

Isomerización: Los monosacáridos presentados pueden transformarse uno en otro mediante el empleo de enzimas. Un ejemplo claro de esta reacción, es la isomerización de la glucosa a fructosa con el fin de obtener alta fructosa, un producto comercial con mayor poder edulcorante.

Formación de acetales: Los grupos hidroxilo de dos monosacáridos pueden reaccionar para unir dos moléculas de monosacárido y liberar una de agua, por ejemplo, la unión de dos glucosas da la maltosa. Mediante esta reacción pueden producirse largas cadenas de monosacáridos que forman los polímeros.

Otras reacciones: Los monosacáridos presentan otras muchas reacciones que tienen gran importancia biológica, como la glicosilación que forma cianhidrinas, y la elongación de cadena, entre otras.

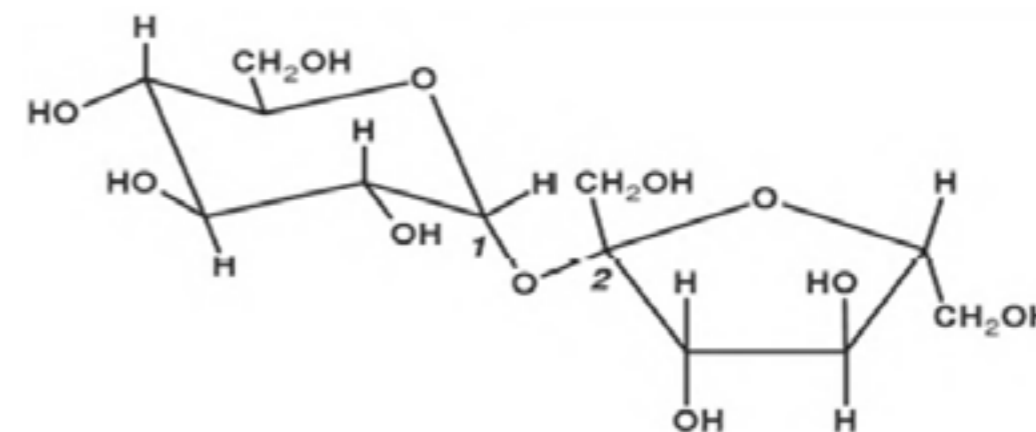
3. Disacáridos

Los disacáridos son carbohidratos formados por dos moléculas de monosacáridos y por tanto, al hidrolizarse producen dos monosacáridos libres. Los dos monosacáridos se unen mediante un enlace covalente conocido como enlace glucosídico, tras una reacción de deshidratación que implica la pérdida de un átomo de hidrógeno de un monosacárido y un grupo hidroxilo del otro monosacárido, con la consecuente formación de una molécula de H₂O, de manera que la fórmula de los disacáridos no modificados es C₁₂H₂₂O₁₁.

Algunos de los disacáridos más comunes son la sacarosa, lactosa, maltosa y celobiosa.

Sacarosa

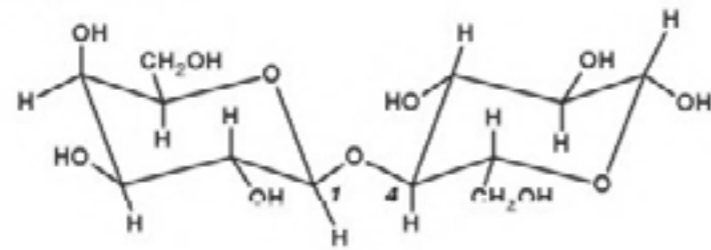
La sacarosa está constituida por la unión de una molécula de glucosa y otra de fructosa, realizada entre dos carbonos anoméricos. La sacarosa es el azúcar de mesa, extraída generalmente de la caña de azúcar o la remolacha.



Fórmula estructural de la sacarosa
 2-O-(α -D-glucopiranosil)- β -D-Fructofuranosa
 fórmula estructural de la sacarosa
 2-O-(α -D-Glucopiranosil)- β -D-Fructofuranosa

Lactosa

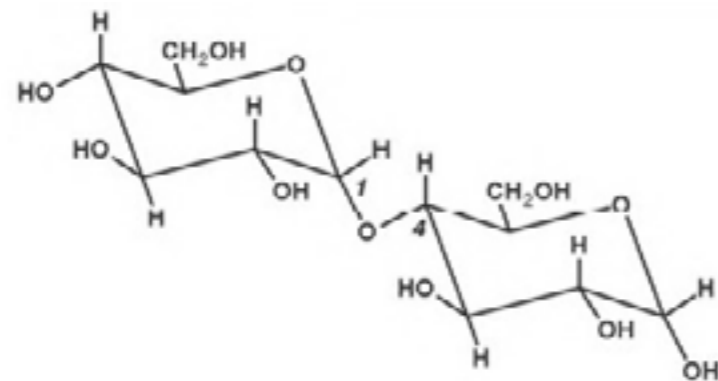
La lactosa es el disacárido presente en la leche de los mamíferos y consta de una molécula de α -galactosa unida por su carbono anomérico en la posición 4 de una glucosa. La lactosa es asimilada por el ser humano gracias a la enzima lactasa, una β -Galactosidasa que se encuentra en el intestino delgado; cuando se presenta deficiencia de esta enzima en el ser humano, se produce un trastorno denominado intolerancia a la lactosa. Es posible rebajar o eliminar el contenido en lactosa de algunos alimentos mediante el uso de β -Galactosidasas obtenidas de microorganismos.



Fórmula estructural de la lactosa:
 $4-O-(\beta-D-Galactopiranosil)-\beta-D-Glucopiranososa$
 fórmula estructural de la lactosa
 $4-O-(\beta-D-Galactopiranosil)-\beta-D-Glucopiranososa$

Maltosa

La maltosa es el azúcar que se obtiene de la hidrólisis enzimática del almidón, habitualmente llevado a cabo por la enzima β -amilasa, que es un paso esencial de todos los procesos de industrialización en donde el almidón es la materia prima. La β -amilasa hidroliza el almidón de dos en dos unidades produciendo maltosa. La β -amilasa es la enzima que genera de forma natural la cebada al germinar y que, mediante posterior molienda, se usa para aprovechar el almidón de estos granos que de otra forma encontrarían poca aplicación alimentaria.



Fórmula estructural de la maltosa:
 $4-O-(\alpha-D-Glucopiranosil)-\alpha-D-Glucopiranososa$
 fórmula estructural de la maltosa
 $4-O-(\alpha-D-Glucopiranosil)-\alpha-D-Glucopiranososa$

Este es uno de los pasos para la elaboración de cerveza y whisky. Otros gra-

nos diferentes de la cebada también pueden aprovecharse de forma similar.

Equilibrio anomérico. Disacáridos reductores y no reductores

Cuando alguno de los anómeros que forman los monosacáridos tienen el carbono anomérico libre, el que es el carbonílico en la forma abierta, pueden sufrir una reacción de hidrólisis de equilibrio igual a la descrita para los monosacáridos. Esto pasa por ejemplo con la lactosa, la forma que presenta el grupo aldehído libre se encuentra en muy pequeña proporción. La maltosa también experimenta este proceso, al igual que todo sacárido que tenga un carbono anomérico libre.

La galactosa no sufre este equilibrio porque el carbono anomérico está enlazado y por lo tanto, no puede volver a formar el grupo carbonilo que corresponde a la forma abierta. La configuración α o β queda fijada cuando el monosacárido está formando un enlace O-glicosídico, como en el almidón.

La sacarosa no experimenta este equilibrio porque tiene los dos carbonos anoméricos enlazados.

Las aldosas que experimentan este equilibrio, ya sean solas o formando parte de otro sacárido, presentan, aunque en pequeña proporción, un grupo -CHO que puede ser oxidado a ácido. A éstos se les denomina azúcares reductores. Maltosa y lactosa son azúcares reductores. La sacarosa no lo es.

4. Oligosacáridos

Los oligosacáridos están compuestos por tres a nueve moléculas de monosacáridos que al hidrolizarse se liberan. No obstante, la definición de cuán largo debe ser un carbohidrato para ser considerado oligo o polisacárido varía según los autores.

Los oligosacáridos se encuentran con frecuencia unidos a proteínas, formando las glucoproteínas, como una forma común de modificación tras la síntesis protéica.

Existen otros oligosacáridos como la maltotriosa y la maltotetraosa, los cuales están presentes en el proceso de fermentación de la malta en la industria cervecera. Es de especial interés la maltotriosa en la industria cervecera, ya que algunas levaduras tienen dificultades en fermentarlas generando un producto final con un alto contenido de azúcares fermentables y un sabor atípico al del perfil de la cerveza; por este motivo, algunos han planteado su consumo y metabolismo en la fermentación como uno de los mejores determinantes de eficiencia del proceso y calidad del producto.

Hidrólisis

Reacciones de interés industrial de los disacáridos y oligosacáridos.

La transformación de mayor interés que presentan los disacáridos en general, y los que se han mencionado en particular, es la hidrólisis, que consiste en escindir la molécula de disacárido u oligosacárido en los monosacáridos que los conforman.

Puede ser de dos tipos: hidrólisis ácida o hidrólisis enzimática. Los procesos enzimáticos son los más utilizados en la industria de los derivados del maíz y resultan más caros pero proporcionan productos de calidad muy superior, uniformes, sin subproductos de reacciones secundarias y permiten mayores conversiones. Esta reacción es útil y conveniente por una variedad de motivos que dependen del disacárido que se considere.

Sacarosa: La sacarosa puede ser hidrolizada a glucosa y fructosa. El resultado es una mezcla al 50% de ambos monosacáridos que resulta más manejable, tiene mayor poder humectante y, sobre todo, tiene un poder endulzante 20% mayor que la sacarosa original.

Lactosa: Además de tener poder endulzante muy reducido, da problemas de intolerancia ante la deficiencia de lactasa. Este problema es importante, especialmente en algunas personas y más frecuentemente en ancianos. La hidrólisis permite obtener leche y productos lácteos que no causan estos problemas.

Maltosa: También tiene un poder endulzante reducido que puede ser incrementado por su hidrólisis a glucosa. Más aún, la glucosa puede ser isomerizada a fructosa en un paso posterior, lo que rinde un edulcorante con un poder endulzante 120% al de la sacarosa y con mejores propiedades para la industria alimentaria. Estas transformaciones son pasos del proceso de aprovechamiento del almidón para la producción de azúcares industriales.

5. Polisacáridos

Los polisacáridos son cadenas, ramificadas o no, de más de diez monosacáridos, resultan de la condensación de muchas moléculas de monosacáridos con la pérdida de varias moléculas de agua. Su fórmula empírica es: $(C_6 H_{10} O_5)_n$. Los polisacáridos representan una clase importante de polímeros biológicos y su función en los organismos vivos está relacionada usualmente con estructura o almacenamiento.

El almidón es la manera en que las plantas almacenan monosacáridos; es una mezcla de dos polímeros de glucosa: la amilosa y la amilopectina (ramificada).

Los animales usan el glucógeno en vez de almidón, el cual es estructuralmente similar pero más densamente ramificado. Las propiedades del glucógeno le permiten ser metabolizado más rápidamente, lo cual se ajusta a la vida activa de los animales con locomoción.

La celulosa y la quitina son ejemplos de polisacáridos estructurales. La celulosa forma la pared celular de plantas y otros organismos y es la molécula orgánica más abundante de la Tierra. La quitina tiene una estructura similar a la celulosa, pero tiene nitrógeno en sus ramas, incrementando así su fuerza; se encuentra en el exoesqueleto de los artrópodos y en las paredes celulares de muchos hongos.

Otros polisacáridos incluyen la calosa, la laminarina, la maltodextrina, el xilano y la galactomanosa.

Los polisacáridos se pueden clasificar de diversas formas tomando en cuenta su función biológica o su estructura química. De acuerdo a su estructura química se clasifican en homopolisacáridos y heteropolisacáridos, y de acuerdo con su función biológica se clasifican en estructurales y de reserva, como se describe más adelante.

Homopolisacáridos

Son aquellos cuyo monómero estructural es el mismo en toda la molécula. Los representantes más importantes de los homopolisacáridos son los glucanos, polímeros de glucosa o celulosa y los fructanos, polímeros de fructosa como la inulina que encontramos en el **agave Tequilana Weber**.

Heteropolisacáridos

Son aquellos que poseen una estructura conformada por diferentes monosacáridos, se pueden mencionar los péptidoglucanos, los haluronatos y las gomas, como los principales representantes de éstos.

Estructurales (celulosa, hemicelulosa)

Los polisacáridos estructurales forman puentes de hidrógeno intermoleculares muy fuertes, producen fibras muy rígidas, son insolubles en agua, tienen enlaces glucosídicos generalmente β , son muy resistentes a enzimas,

microorganismos y agentes químicos, y sus dispersiones son de alta viscosidad.

La celulosa y la hemicelulosa son los principales representantes.

Celulosa: Es el principal componente de la pared celular de los vegetales. Se puede considerar como la molécula orgánica más abundante en la naturaleza. Es un polímero de O-glucosa unidas por enlaces β -1,4. Por su característica estructural, la celulosa puede formar una gran cantidad de puentes de hidrógeno entre cadenas yuxtapuestas, haciéndolas impenetrables al agua y originando fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales. Los seres humanos tenemos la habilidad de hidrolizar los enlaces α - Δ -glucosídicos, lo que nos permite usar el almidón como fuente de energía, sin embargo, somos incapaces de hidrolizar los enlaces β - Δ -glucosídicos, ya que no disponemos de las enzimas necesarias ni tampoco tenemos los microorganismos que las provean en nuestro aparato digestivo, como ocurre en el caso de las ovejas, vacas, termitas, entre otros animales.

Hemicelulosa: Son polisacáridos constituyentes estructurales de las plantas; a diferencia de la celulosa, éstos son heteropolisacáridos; aunque su estructura pueda variar dependiendo de su origen, se pueden clasificar en cuatro grupos basándose en la composición de su cadena central:

Δ -xilanos, polímeros de D-xilosa unidos por enlaces β -1,4; D-mananos, polímeros de D-manosa unidos por enlaces β -1,4; D-xiloglucanos, moléculas de D-xilosa unidos a una cadena de celulosa; D-galactanos, polímeros de O-galactosa unidos por enlaces β -1,3.

De reserva (almidón, glucógeno, inulina)

Los polisacáridos de reserva forman pocos puentes de hidrógeno intermoleculares que son débiles, no producen fibras, son solubles en agua, tienen

enlaces glucosídicos generalmente α , son muy vulnerables a enzimas, microorganismos y agentes químicos, y sus dispersiones no son muy viscosas. El almidón, el glucógeno y la inulina son los polisacáridos de reserva más importantes:

Almidón: Es la forma más generalizada, aunque no la única, de reserva energética en vegetales. Se almacena en forma de gránulos, y puede llegar a constituir hasta el 70% del peso de granos de cereales, como el maíz, el trigo, o de tubérculos.

Glucógeno: Es el polisacárido de reserva propio de los tejidos animales. Se encuentra en casi todas las células, principalmente en el hígado y en los músculos donde se hidroliza transformándose en glucosa. Su estructura es similar a la de la amilopectina, aunque más ramificado y de mayor peso molecular.

Inulina: Es un polisacárido conformado por moléculas de fructosa. Aunque la inulina no puede ser digerida por humanos, presenta características prebióticas y de fibra, benéficas para el consumo humano.

6. Almidón

El almidón es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y la fuente de calorías más importante consumida por el ser humano. Es un constituyente imprescindible en los alimentos en los que está presente, desde el punto de vista nutricional.

Desde el punto de vista químico, es una mezcla de dos polisacáridos muy similares, la amilosa y la amilopectina; contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas. Puesto que la cristalinidad es producida por

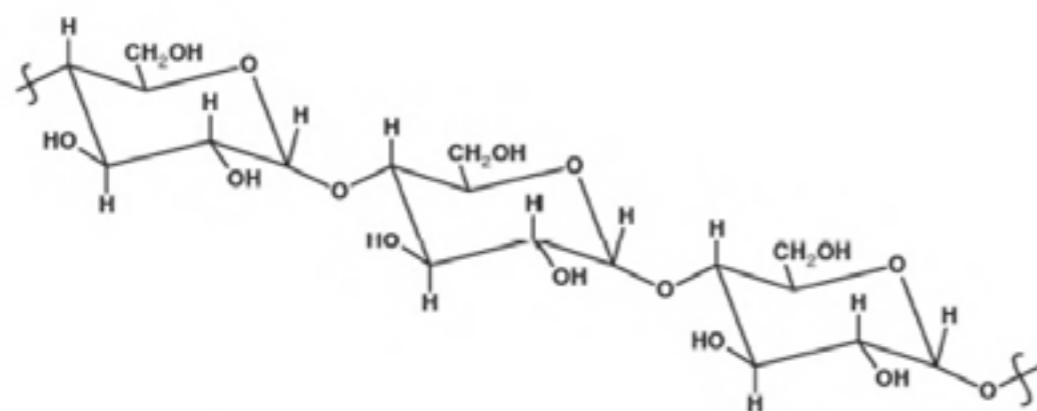
el ordenamiento de las cadenas de amilopectina, los gránulos de almidón céreo tienen parecido grado de cristalinidad que los almidones normales. La disposición radial y ordenada de las moléculas de almidón en un gránulo resulta evidente al observar la cruz de polarización o de birrefringencia (cruz blanca sobre un fondo negro) en un microscopio de polarización cuando se colocan los polarizadores a 90° entre sí. El centro de la cruz corresponde con el hilum XXX, el centro de crecimiento de gránulo.

El almidón puede ser obtenido de diversos cereales o tubérculos como el maíz regular, maíz ceroso o tipo “waxy”, tapioca, papa, sorgo, trigo, arroz, etc. Cada una de estas diversas fuentes de almidón tiene diferentes características en términos de tamaños de gránulos, forma de los mismos y texturas, al ser gelatinizados.

Es importante señalar que, desde el punto de vista industrial, el almidón es el producto más importante, debido a que a partir de éste, se obtiene la mayoría de los productos de interés comercial en la industria de los derivados del maíz, como se verá más adelante.

Amilosa

Es un polímero de glucosa unido solamente por enlaces $\alpha-1,4$ generando una estructura lineal y en algunos casos ligeramente ramificada por enlaces $\alpha-1,6$, pero esto no quiere decir que las cadenas sean rectas, ya que su molécula tiene la facilidad de adquirir una conformación helicoidal en la que cada vuelta de hélice consta de seis moléculas de glucosa. La amilosa aparece en una proporción entre el 20 y el 25% del almidón total. Una excepción son los almidones que proceden de maíz ceroso o tipo “waxy”, que no presentan nada de amilosa.

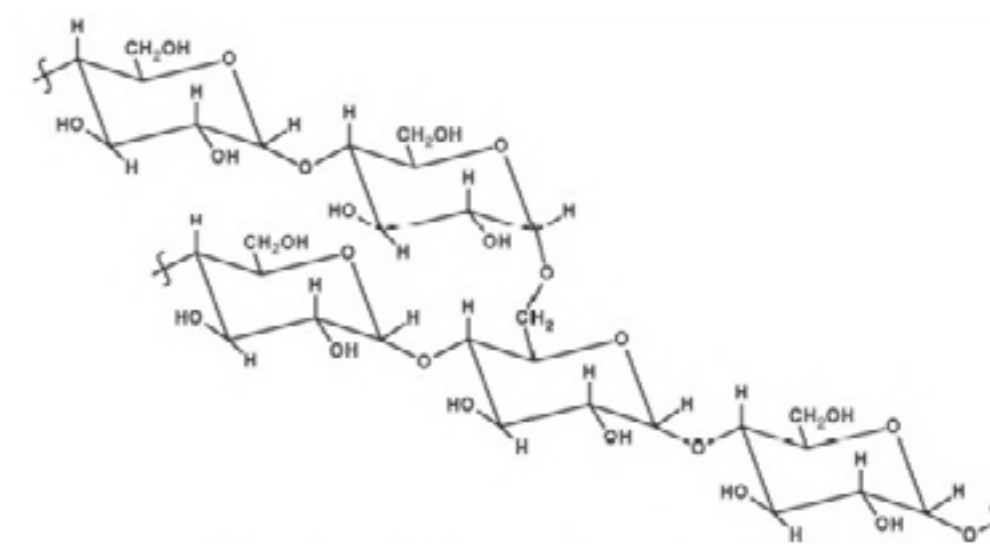


Estructura básica de la amilosa

Debido a que tiene forma helicoidal, la amilosa presenta la característica de contener sólo átomos de hidrógeno dentro de las hélices, dándole un carácter lipofílico dentro de éste, mientras que los grupos hidroxilo están situados en el exterior; esto explica la solubilidad que posee la amilosa en el agua y la capacidad de retener moléculas, generando los llamados “compuestos de inclusión”; un ejemplo es la coloración del almidón cuando se le agrega yodo, ya que éste queda atrapado en la molécula de amilosa.

Amilopectina

La amilopectina es un polímero de glucosa insoluble en agua que constituye entre el 75 y el 85% del contenido de los almidones más comunes, incluso, algunos almidones están constituidos exclusivamente por amilopectina, los conocidos como almidones cerosos o tipo “waxy”, como comúnmente se les denomina por el vocablo en inglés, que significa lo mismo.



La amilopectina contiene ramificaciones que le dan una forma molecular parecida a la de un árbol, las ramas están unidas a un tronco central estructuralmente igual al de la amilosa por enlaces α -1,6 localizadas entre cada 15 y 25 unidades lineales de glucosa; esta característica permite que la amilopectina forme puentes de hidrógeno entre las ramificaciones, dando lugar a una estructura muy estable que se puede considerar como cristalina. Es importante mencionar un comportamiento particular del almidón que, por sus propiedades, es usado comúnmente en la industria alimentaria, este proceso es la gelatinización del almidón y su proceso inverso, la retrogradación.

Gelatinización

Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden contener agua al aumentar la temperatura, es decir, los gránulos de almidón sufren el proceso denominado gelatinización. Durante la gelatinización se produce la lixiviación de la amilosa, la gelatinización total se produce normalmente dentro de un intervalo más o menos amplio de temperatura, siendo los gránulos más grandes los que primero gelatinizan.

Los diversos estados de gelatinización pueden ser determinados.

Estos estados son: la temperatura de iniciación (primera observación de la pérdida de birrefringencia o cruz de polarización), la temperatura media, la temperatura final de la pérdida de birrefringencia (TFPB, es la temperatura a la cual el último gránulo en el campo de observación pierde su birrefringencia), y el intervalo de temperatura de gelatinización.

Al final de este fenómeno se genera una pasta en la que existen cadenas de amilosa de bajo peso molecular altamente hidratadas que rodean a los agregados, también hidratados, de los restos de los gránulos.

Retrogradación

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente y reaccionan entre sí por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; se puede efectuar por diversas rutas que dependen de la concentración y de la temperatura del sistema. Si se calienta una solución concentrada de amilosa y se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente, se forma un gel rígido y reversible, pero si las soluciones son diluidas, se vuelven opacas y precipitan cuando se dejan reposar y enfriar lentamente.

Las moléculas de amilosa y amilopectina están dispersas en la solución acuosa (gelatinizada) de almidón. Después del enfriamiento, las porciones lineales de varias moléculas se colocan paralelamente debido a la formación de enlaces H. Esto obliga a las moléculas de agua a apartarse y a permitir que las moléculas cristalicen juntas.

Cuando se disuelve el almidón en agua, la estructura cristalina de las moléculas de amilosa y amilopectina se pierde y éstas se hidratan formando un gel, es decir, se gelatiniza. Si se enfría este gel, e inclusive si se deja a temperatura ambiente por suficiente tiempo, las moléculas se reordenan, colocándose las cadenas lineales de forma paralela y formando puentes de hidrógeno. Cuando ocurre este reordenamiento, el agua retenida es expulsada fuera de

la red (proceso conocido como sinéresis), es decir, se separan la fase sólida (cristales de amilosa y de amilopectina) y la fase acuosa (agua líquida).

El almidón en la industria

El almidón es utilizado ampliamente en la industria alimenticia, esto se debe a que es una de las fuentes de energía más comunes, como se mencionó en un principio, sin embargo, es de recalcar que no es el único uso que se le ha dado; las necesidades actuales y las nuevas tecnologías han ampliado la gama de productos elaborados a partir de él; generalmente, la hidrólisis del almidón es parte crucial en el proceso de producción, obteniendo una gran variedad de productos, destacando los siguientes:

Jarabes de glucosa: Es el producto resultante de la hidrólisis del almidón. De acuerdo a diferentes condiciones de proceso, se obtienen distintos productos en función de la proporción en glucosa, los cuales se cuantifican en equivalentes de dextrosa o dextrosa equivalente (DE), como se le conoce más comúnmente a este término en la industria. Cuánto más hidrolizado esté el almidón, tendremos más proporción de dextrosa, o la dextrosa equivalente será mayor.

Maltodextrinas: Es obtenido por la hidrólisis parcial del almidón y normalmente se presenta comercialmente en forma de polvo blanco. Es de muy fácil digestión, moderadamente dulce y casi sin sabor.

Dextrosa: La dextrosa o D-Glucosa es obtenida por una hidrólisis completa del almidón.

Jarabes de alta fructosa: Se obtienen por el tratamiento mediante enzimas que isomerizan la dextrosa o glucosa a fructosa, obteniéndose así una mayor concentración de este último elemento y por lo tanto, un mayor poder edulcorante.

Glucosa pura cristalizada: También conocida como sólidos de jarabe de maíz o glucosa, es un polvo fino que se obtiene cuando el almidón se hi-

droliza lo máximo posible hasta generar solamente glucosa, la cual es seca-
da o cristalizada en procesos posteriores.

Almidones modificados: Son obtenidos mediante el tratamiento físico,
enzimático o químico del almidón nativo o no modificado para cambi-
ar sus propiedades, haciéndolos más resistentes y dándoles funcionalidad
como espesantes, estabilizadores o emulsificantes.

Etanol: Producto de la fermentación de la glucosa; se usa generalmente
para la elaboración de biocombustible, que es una mezcla entre etanol y
gasolina cuya fracción de etanol depende de la legislación de cada país. El
almidón siempre ha ido de la mano con la historia, tradición y cultura de
cada pueblo, su fuente de origen como parte de la dieta básica en la ali-
mentación diaria ha sido un aspecto importante para que cada cultura pu-
diera generar productos autóctonos o personalizados, debido a lo cual
es posible encontrar gran variedad de bebidas alcohólicas que, aunque po-
seen procesos de elaboración similares, incluyen diferentes tipos de ma-
terias primas, esto se puede observar en bebidas como el sake, elaborado
con arroz, o el whisky y la cerveza, elaborados con cebada, o el vodka, o el
ginebra, entre muchos otros.

En la actualidad, la industria de las bebidas alcohólicas emplea grandes
cantidades de almidones o algunos de sus derivados para la producción de
sus respectivas bebidas, estos almidones y carbohidratos son usados como
componente principal de la producción: inulina en la industria tequilera;
cebada, en la industria cervecera y en la elaboración del whisky; o como
componente alternativo en la producción de otras variedades. Su función
principal es modificar las características sensoriales como aroma, sabor
y color. Los almidones más representativos en la industria de bebidas al-
cohólicas se encuentran en la tabla con su respectivo contenido de almidón
y sus porcentajes de amilosa y amilopectina.

Fuente de almidón	Almidón(%)	Amilosa(%)	Amilopectina (%)
Trigo	70-75	22-28	72-78
Centeno	70	28	72
Cebada	58-60	22-29	71-78
Maíz	80	28	72
Maíz rico en amilosa	-	52-80	20-48
Maíz ceroso o "waxy"	-	0-1	99-100
Avena	58-60	27	73
Arroz	65	14-32	68-86
Arroz ceroso o "waxy"	-	0-1	99-100
Sorgo	74	21-34	66-79
Papa	18	23	77

Contenido de almidón, amilosa y amilopectina para diferentes fuentes de almidón.

7. Derivados de maíz utilizados en la fabricación del Tequila

En la industria tequilera, los derivados del maíz más utilizados para su fer-
mentación son los jarabes de glucosa y los jarabes de alta fructosa, que son
obtenidos en la industria de los derivados del maíz mediante una molienda
húmeda de éste, por las facilidades y beneficios económicos que representa
este proceso.

En términos generales, este proceso inicia con una etapa de maceración con
agua azufrada. La temperatura promedio del proceso está entre 50° y 65°
C. La razón de utilizar azufre es que se ha descubierto que la presencia de
sulfitos reduce sustancialmente el tiempo de cocimiento y mejora los ren-

dimientos. El proceso es a contracorriente, donde el maíz “nuevo” se pone en contacto con el agua de maceración más “vieja” y así sucesivamente.

Posterior a la maceración, se envía el producto a una primera fase de molienda, en la que una quebradora separa el germen del resto del maíz. El germen se separa por diferencia de densidad en hidrociclones y se envía a un secador para posteriormente obtener aceite de maíz y pasta de germen. El proceso de obtención del aceite de maíz es como el de los otros aceites: primero una extracción por presión en una prensa y posteriormente una extracción con hexano.

El resto del maíz que fue separado en la quebradora se manda a una nueva fase de molienda más energética y el producto es filtrado para separar la cascarilla del endospermo. La cascarilla es posteriormente adicionada con el agua de maceración para incrementar el nivel de proteína, y luego es secada. El endospermo del maíz, constituido por gluten y almidón, se separa por diferencia de densidad en equipos de centrifugación. El gluten es filtrado en filtros rotatorios y secado para su venta.

El almidón se lava en un sistema a contracorriente y puede ser secado para su venta, o bien, hidrolizado para obtener diferentes derivados. El primer paso de hidrólisis forma maltodextrinas. Si se continúa con la hidrólisis, se obtienen sólidos de jarabe de maíz, jarabe de glucosa, y en una hidrólisis completa, la dextrosa o D-Glucosa. La dextrosa puede ser isomerizada para obtener jarabe de alta fructosa.

Enseguida describiremos los derivados del maíz más utilizados en el proceso del Tequila.

Jarabes de glucosa y dextrosa

La dextrosa líquida y la glucosa 70 son carbohidratos que pueden manejarse perfectamente en la industria de la fermentación, sin embargo, en un inicio tienden a incrementar los tiempos de fermentación en lo que las le-

vaduras se habitúan al medio. El alcohol obtenido es más neutro que el que se obtiene de azúcar estándar, pero es un poco más picante al gusto que el que se obtiene con fructosa o jarabes de fructosa.

El problema principal de estos carbohidratos comerciales es la alta tendencia a la cristalización, y en el caso de la glucosa 70, se requiere adicionar una enzima en condiciones controladas para mejorar el rendimiento del producto. Estos representan las opciones más económicas de fuentes de azúcares, sobre todo la dextrosa líquida, pero debe ser almacenada a temperaturas superiores a los 55° C para evitar la cristalización.

Jarabe de alta fructosa

La alta fructosa 42 y jarabes de fructosa son derivados de maíz comerciales que pueden ser utilizados también sin mayores inconvenientes en la industria tequilera. Su contenido de azúcares reductores está entre un 68.5 y 71%. Presentan gran facilidad de manejo al ser líquidos, y el alcohol obtenido es muy neutro, por lo que se percibe mejor el sabor del destilado de agave, aunque esto puede llegar a ser contraproducente cuando se usa un agave de mala calidad o un proceso deficiente de fermentación, ya que con azúcar de caña, piloncillo o melaza se enmascara el sabor del Tequila y el agave, cosa que no hacen estos jarabes.

Tanto la fructosa como el azúcar estándar, requieren de la adición de una mayor cantidad de nutrientes para realizar la fermentación y los tiempos de propagación de la levadura se incrementan, aunque como los tiempos de fermentación son como mínimo de 36 horas, este incremento no impacta a los tiempos de proceso. Es importante considerar que cuando se haga el cambio de producto, se asegure de alcanzar la biomasa adecuada antes de cargar la levadura en el tanque.

Entre los jarabes de fructosa y la fructosa 42 no se ha encontrado una diferencia significativa en cuanto a la calidad del producto final, sin embargo, algunos jarabes de fructosa tienden a cristalizarse con mucha mayor rapi-

dez que la fructosa 42.

Algunos jarabes de fructosa que existen en el mercado contienen minerales que favorecen la fermentación, aunque no se tiene evidencia de que el efecto benéfico sea tan determinante como para no utilizar un producto desmineralizado, ya que la mayoría continúa agregando minerales al mosto aún cuando se usan dichos jarabes en lugar de fructosa

42. En ambos productos es necesario sólo un paso de destilación en la torre para lograr el Tequila. Por otro lado, al tener un perfil de azúcares semejante al del jugo de agave, el producto obtenido es de una calidad muy semejante y compatible con el Tequila.

8. Uso de otros carbohidratos en el proceso del Tequila

Además de los derivados del maíz, en la industria tequilera se utilizan algunas otras fuentes de hidratos de carbono o carbohidratos, como la melaza, el piloncillo y el azúcar.

Enseguida se hace una breve descripción de estas otras alternativas.

Melaza

La melaza, entendida como las mieles incristalizables provenientes del proceso de obtención del azúcar de caña, puede ser utilizada en los procesos de fermentación para obtener etanol.

La melaza es normalmente el carbohidrato de menor costo. Su contenido de azúcares fermentables es del 50 al 60%. Por su alto contenido de minerales, la melaza es un muy buen sustrato para la fermentación, ya que las levadu-

ras requieren minerales para poder reproducirse. Al propagar las levaduras antes de la fermentación, la melaza permite obtener tiempos bajos de alrededor de 6 horas contra 11 que toma normalmente con derivados del maíz, y el rendimiento final de alcohol que se obtiene con melaza es del orden del 90% contra el 85% que se obtiene con derivados del maíz. A pesar de ser la opción de menor costo y de tener un buen rendimiento, la melaza presenta los siguientes problemas en la fabricación de Tequila:

La mayoría de las empresas utilizan un sistema de destilación simple en dos pasos, mediante un alambique. Este tipo de sistema no rectifica el alcohol obtenido, y por ello, un Tequila fabricado con melaza y destilado en alambique tiene un aroma y sabor desagradables.

Cuando el proceso es en una torre de destilación, se requieren dos pasos para poder rectificar el producto, mientras que con azúcar de caña o derivados de maíz sólo se requiere un paso en la torre. Además de que nunca se ha probado con más de un 20% de melaza como fuente de azúcares, debido al mal sabor que genera. Por otro lado, debido a su alto contenido en calcio, tiende a incrustar muy rápido las torres de destilación, obligando a paros excesivos de mantenimiento.

Piloncillo

El piloncillo que se encuentra normalmente en el mercado es un producto sólido formando piezas de unos 5 a 7 cm de alto en forma de pirámide truncada, que se obtienen a partir de la caña, su contenido de azúcares reductores es cercano al 85%.

Al ser un producto que se encuentra en piezas relativamente grandes, su proceso de disolución para entrar a la fermentación requiere de calentamiento con tiempos muy largos.

El perfil de sabor de un producto elaborado con piloncillo es típico y muy notorio en los Tequilas que lo utilizan como fuente de otros azúcares.

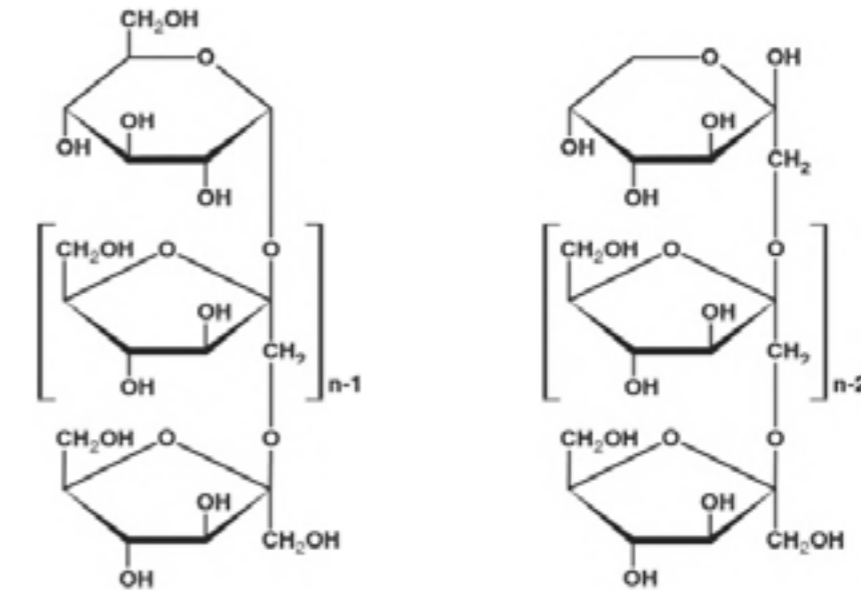
El uso de azúcar estándar de caña está muy extendido en la industria de la fermentación. Los azúcares reductores son el 101%, ya que parte de la misma, sufre hidrólisis en fructosa y glucosa con su consecuente ganancia de sólidos.

El alcohol fabricado con azúcar estándar es de buena calidad, pero tiene el inconveniente de que presenta un sabor característico al alcohol de caña que se percibe fácilmente en el producto final. Por otro lado, el manejo del producto sólido genera costos de mano de obra y mermas.

Normalmente en México el precio del azúcar de caña es muy variable, situación que también perjudica al costo del producto final. No obstante, el azúcar de caña es un producto bastante accesible y de buen rendimiento.

9. Inulina (fructanos)

La inulina no es una definición que se pueda asociar solamente a una molécula, ya que es un término genérico que cubre todos los fructanos entendidos como los polímeros de fructosa que presentan la característica de estar unidos por enlaces β -(2-1) fructosil-fructosa, con la particularidad de que puedan terminar en una unidad α -D-glucopiranosil o una β -D-fructopiranosil; presentan la particularidad de ser muy heterogéneas en su grado de polimerización, oscilando entre 3 y 70 monómeros, además, debido a que la configuración de sus cadenas son primordialmente lineales, –aunque las hay ramificadas–, éstas suelen ser altamente solubles.



Estructura básica de la inulina: izquierda, con una molécula terminal de glucosa (α -Dglucopiranosil). Derecha, con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil)

Fue aislada por primera vez en 1804, a partir de la especie *inula helenium*, por un científico alemán de apellido Rose, sin embargo, hasta 1818 un científico británico de apellido Thompson, le dio su nombre actual.

Después del almidón, la inulina o fructanos junto con sus derivados, son los polisacáridos no estructurales más abundantes en la naturaleza, y su presencia en ciertos alimentos es considerada como criterio suficiente para catalogar dichos productos dentro de los “alimentos funcionales”.

Dentro de las propiedades funcionales que presenta la inulina, la más estudiada es su comportamiento prebiótico, definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias benéficas en el colon (bifidobacterias), y reprimir otras que pueden ser perjudiciales (Clostridia). Entre otras propiedades beneficiosas de la inulina a la salud, se pueden mencionar: el refuerzo de las funciones inmunológicas, el aumento

de la biodisponibilidad de minerales como calcio y magnesio, la protección contra infecciones y desórdenes intestinales y la mejora del metabolismo de las grasas y de la respuesta glicémica.

La inulina juega también un papel fundamental en la industria licorera, ya que es la principal fuente de azúcares que contiene el agave, materia prima en el proceso de producción de múltiples bebidas alcohólicas elaboradas principalmente en México como el Tequila, el bacanora, el pulque, el sotol, o los mezcales.

Para el caso del Tequila, la inulina usada se obtiene de la planta *Agave Tequilana Weber, variedad azul*, mejor conocida como *Agave Azul*; al ser la inulina un compuesto no directamente fermentable, se degrada previamente antes de la fermentación, esta despolimerización se realiza mediante hidrólisis durante la cocción, –en hornos o auto-claves–, de la piña del agave, produciendo fructosa y glucosa, las cuales son las que se fermentan en procesos posteriores. La inulina de agave contiene teóricamente un 90 a 93 % de fructosa y de un 7 a un 10 % de dextrosa.

Bibliografía

ALISTAIR M., Stephen. Food polysaccharides and their applications. 2th ed. USA: CRC/Taylor & Francis, 2006.

ALLINGER, Norman L. et al. Organic Chemistry. 2nd Ed. New York, USA: Worth Publishers Inc, 1971.

BADUI DERGAL, Salvador. Química de los alimentos. 4a ed. México: Pearson Educación, 2006.

BAMFORTH, Charles W. Food, Fermentation and Microorganisms. 1th ed. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, 2005.

BAUTISTA JUSTO, M., L. GARCÍA OROPEZA, J. E. BARBOZA CORONA, Y L. A. PARRA NEGRETE. El Agave Tequilana Weber y la producción de Tequila, 2001

Azúcares en Agaves (Agave Tequilana Weber) cultivados en el estado de Guanajuato. En: Acta Universitaria, Universidad de Guanajuato, 2001

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Werner; SCHIEBERLE, Peter. Food Chemistry. 4th Ed. German: Springer-Verlag Berlín Heidelberg, 2009. ISBN 978-3-540-69933-0.

BERTOFT, E. Analysing starch structure. In: ELIASSON, Ann-Charlotte. Starch in food: structure, function and applications. 2nd ed. USA: Woodhead publishing and CRC/ Taylor & Francis, 2004.

BULÉON, A. et al. Starch granule: structure and biosynthesis. In: International journal of biological macromolecules. Vol. 23, 1998.

COPELAND, Les; et al. Form and functionality of starch. In: Food hydrocolloids. Vol. 23, 2009.

COULTATE, Tom P. FOOD the Chemistry of its components.. 4th ed. UK: The Royal Society of Chemistry, 2002.

DUMITRIU, Severian. Polysaccharides: Structural Diversity and Functional Versatility. NY, U.S.A: Marcel Dekker, 2005.

RAMÍREZ CARLOS; Memorias de Diplomado Tequilero, 2011. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS

(FAO). Sorghum and millets in human nutrition. In: FAO food and Nutrition Series. No.27, 1995. GUDMUNDSSON, Magnus; ELIASSON, Ann-Charlotte. Starch: Physicochemical and functional aspects. In: ELIASSON, Ann-Charlotte. Carbohydrates in Food. 2nd ed. USA: CRC/ Taylor & Francis, 2006.

IBARRA EDUARDO BENJAMIN, Botero José Fernando, Cortéz Carlos, Ingeniería de Tequilas, Universidad Nacional de Colombia, Primera Edición, Bogotá Colombia, 2010.

IZYDORCZYK, Marta. Understanding the chemistry of food carbohydrates. In: CUI, Steve W. Food Carbohydrates: Chemistry, physical properties, and applications. USA: CRC/ Taylor & Francis, 2005.

IZYDORCZYK, Marta; CUI, Steve W.; WANG Qi. Polysaccharide gums: structures, functional properties, and applications. In: CUI, Steve W. Food Carbohydrates: Chemistry, physical properties, and applications. USA: CRC/ Taylor & Francis, 2005.

JOUPPILA, Kirsi. Mono and Disaccharides: Selected Physicochemical and Functional Aspects. In: ELIASSON, Ann-Charlotte. Carbohydrates in Food. 2nd ed. USA: CRC/ Taylor & Francis, 2006.

Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: The National Academies Press, 2002/2005. Joint WHO/FAO expert consultation, Carbohydrates in human nutrition, 1998.

Selección y propagación de levaduras, formulación de mostos y mecanismo de fermentación.

Dra. Dulce María Díaz Montaña

Contenido

Resumen	227
Introducción	228
1. Biodiversidad y ecología de levaduras	229
Fermentación espontánea	231
Fermentación dirigida.....	232
3. Técnicas de identificación y clasificación de levaduras.....	233
Clasificación taxonómica.....	234
Clasificación por métodos químicos.....	235
Clasificación por métodos moleculares.....	236
4. Metabolismo celular	238
5. Ciclo de vida y reproducción de levaduras.....	241
6. Selección de levaduras.....	243
Altos rendimientos.....	243
7. Propagación de levadura.....	244
Mantenimiento o conservación de levaduras.....	244
Propagación de cultivos.....	246
8. Materia prima y formulación de mostos.....	246
9. Mecanismos de fermentación.....	249
El metabolismo de las levaduras y la producción de etanol.....	249
Factores que influyen en la fermentación alcohólica.....	251
El metabolismo de las levaduras y la producción de compuestos volátiles mayoritarios y defectos olfativos.....	252
10. Perspectivas.....	254
Bibliografía.....	255

Resumen

La etapa de fermentación juega un papel importante en el proceso de elaboración de Tequila, debido a que los azúcares del jugo de agave son convertidos, por acción de los microorganismos presentes en el medio, en etanol, dióxido de carbono y en una gran variedad de compuestos, tanto volátiles como no-volátiles que impactan de forma directa en el bouquet de la bebida final. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta varios aspectos, ya que existen numerosos factores a considerar dentro de esta etapa que pueden afectar la eficiencia del proceso y/o alterar las características aromáticas de la bebida.

En este capítulo se proporcionarán los fundamentos de la fermentación alcohólica con la finalidad de proveer herramientas que permitan garantizar una fermentación completa, incrementar los rendimientos de etanol, así como favorecer la síntesis de compuestos volátiles deseables, asegurando la reproducibilidad y un mayor control de la etapa fermentativa.

Para ello, esta sección se enfocará en el metabolismo de las levaduras empleadas para la elaboración de bebidas alcohólicas, haciendo énfasis en las condiciones operacionales y nutricionales, así como su efecto en el crecimiento, las capacidades fermentativas y en la síntesis de compuestos volátiles.

De igual forma se describirán las técnicas más utilizadas para la identificación y conservación de levaduras.

Se examinarán y especificarán las características más deseables de las levaduras para realizar una adecuada selección de éstas.

Finalmente se definirán las condiciones de propagación y formulación de mostos, observando por un lado, las necesidades nutricionales de la levadura, y por otro, las regulaciones que exigen las autoridades.

Palabras clave: Tequila, fermentación alcohólica, levaduras *saccharomyces*, compuestos volátiles, jugo de *agave Tequilana Weber*.

Introducción

En el proceso de elaboración del Tequila intervienen diferentes operaciones, desde el cultivo de agave, la jima para obtener la piña de éste, la cocción de la misma para hidrolizar los fructanos en azúcares simples, la molienda donde se extrae el jugo, la fermentación de éste, la doble destilación del mosto fermentado y el añejamiento en barricas de madera (Cedeño, 1995). En este proceso, la etapa de fermentación juega un papel muy importante y las levaduras son indispensables (Soufleros, 1979) ya que de ellas depende la transformación de los azúcares en alcohol etílico (o etanol) y en compuestos, tanto volátiles como no-volátiles, que impactan directamente el bouquet de la bebida final (Díaz-Montaña et al., 2008).

Las levaduras son la base para la producción de una gran variedad de bebidas tradicionales como Tequila, mezcal, sotol, así como otras bebidas, a saber: cerveza, vino, sake, entre otras. Estos microorganismos son utilizados durante la fermentación, tanto en cultivos puros como en cultivos mixtos, donde en éste último coexisten más de un tipo de microorganismos (Sánchez et al., 1988).

En el caso de la fermentación de jugo de uva para producir vino se tiene la siguiente clasificación de levaduras en base a su producción de etanol:

a) altamente productoras de etanol (como es el caso de *Saccharomyces cerevisiae*), b) moderadamente productoras de etanol (*Saccharomyces rosei*) y c) aromáticas o poco productoras de etanol (*Hanseniaspora uvarum*/ *Kloeckera apiculata*) (Ribereau-Gayon, 1978).

En la industria de las bebidas alcohólicas se buscan varias características en las levaduras fermentativas, tales como: rapidez para fermentar, bajo crecimiento, eficiencia en consumo de sustrato, elevada producción de etanol, tolerancia al etanol y a altas presiones osmóticas, y producción de compuestos volátiles. Estas características las poseen las levaduras alcohólicas, *Sac-*

charomyces cerevisiae, a excepción de la producción de compuestos volátiles, que la presentan predominantemente las levaduras de los géneros *no-Saccharomyces* (Pretorius, 2000).

En el caso específico del Tequila existe un sólo estudio publicado (Lachance, 1995) sobre una caracterización exhaustiva de las levaduras presentes en el proceso de elaboración de la bebida, empleando una fermentación espontánea. Este autor identificó 10 géneros de levaduras (*Brettanomyces*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Zygosaccharomyces*, *Torulaspora* e *lwatcheskia*), de las cuales la gran mayoría pertenecen a los géneros de las *no-Saccharomyces*.

La fermentación alcohólica es un proceso complejo ya que involucra un sinnúmero de factores que pueden alterar la población de las levaduras y bacterias presentes, así como su metabolismo, impactando en la concentración de los compuestos volátiles y de etanol, e influyendo directamente en la productividad del proceso fermentativo y en el perfil aromático de la bebida final. De hecho, el tipo de levadura, la composición del medio y las condiciones de propagación y de fermentación impactan decisivamente en el proceso de fermentación alcohólica y en la calidad aromática de la bebida final (Díaz-Montaña, 2012.)

1. Biodiversidad y ecología de levaduras

En 1680 el holandés Antonie Van Leeuwenhoek, fabricante aficionado de microscopios, examinó por primera vez la levadura y encontró que estaba formada por glóbulos muy pequeños suspendidos en el líquido, sin sospechar que estaban vivos. Los conocimientos en esta materia no se adelantaron, hasta 1835 cuando Cagniard-Latour, en Francia y Schwann en Alemania, observaron la levadura con microscopios de mayor aumento y

vieron producir yemas y multiplicarse. Estos cuerpos esféricos fueron nombrados como “*zuckerpilz*”, que significa hongo de azúcar. De este nombre deriva el nombre de *Saccharomyces* que empleó por primera vez Meyen en 1837.

En 1858 Louis Pasteur publicó sus memorias en *Annales de chimie*, donde demostraba, mediante estudios en vino y en cerveza, que las levaduras son las responsables de la conversión de los azúcares, principalmente glucosa y fructosa en alcohol y dióxido de carbono. Este hecho evidenció que la generación espontánea era una quimera. Con lo anterior inició los estudios de los procesos que involucran seres vivos (Tyndall, 1877).

Las levaduras son microorganismos unicelulares y se definen como hongos basidiomicetos o ascomicetos que se multiplican de forma vegetativa, principalmente por gemación o por fisión, y no presenta en su fase sexual cuerpos fructíferos interna o externa. Miden de 3-7 micras de ancho por 5-12 micras de largo y presentan formas elípticas, redondas y ovaladas. Las levaduras son cerca de 5 veces más grandes que las bacterias (Pelczar et al. 1990).

Los microorganismos conocidos como levaduras se clasifican dentro del reino fungi (hongo), predominando la forma unicelular. Más de 700 especies de levaduras son clasificadas en 100 géneros descritas en la edición de *The Yeasts: a taxonomic study* (Kurtzman & Fell, 1998). Sin embargo, este número es sólo una pequeña fracción de la biodiversidad. Comparado con otro tipo de microorganismos, algas, bacterias y protozoarios, las levaduras presentan comparativamente pocos géneros y especies.

Las levaduras han colonizado gran parte del planeta: se puede aislar del aire, del agua y de la tierra. Su existencia depende de una fuente de carbono, como azúcares simples, principalmente. No poseen capacidad de desplazamiento por sí solos, por lo que dependen de vectores como el viento, animales (principalmente insectos) o la misma actividad humana.

En el caso del Tequila, existe un estudio realizado por Lacchance en 1995 en la fábrica de Tequila Herradura, en Amatitán Jalisco, con el fin de identificar y conocer el origen de las levaduras que participan en la fermentación espontánea del jugo de *agave Tequilana Weber, variedad azul*; para ello se aislaron, identificaron y cuantificaron las levaduras presentes en el agave fresco y cocido en todos los equipos de proceso, en el jugo de agave, en las *Drosophila spp.* (vector de desplazamiento de las levaduras) y en los alrededores de dicha destilería. Cinco comunidades de levaduras fueron identificadas. El agave fresco contiene una diversa microbiota fúngica, dominado por *Clavispora lusitaniae* y una especie endémica, *Metschnikowia agaveae*.

En la *Drosophila spp.* comúnmente llamada la “mosca de la fruta” que estaba presente dentro y en los alrededores de la destilería, se encontró las levaduras típicas de las frutas, en particular, *Hanseniaspora spp.* *Pichia kluyveri* y *Candida krusei*. En las melazas prevaleció la *Schizosaccharomyces pombe* y en el jugo de agave cocido se encontró una considerable diversidad de especies, incluyendo *Saccharomyces cerevisiae*.

Fermentación espontánea

La fermentación alcohólica espontánea ocurre principalmente mediante la sucesión de diferentes poblaciones de levaduras y de bacterias. De acuerdo a Lachance (1995), se han identificado la intervención de 10 géneros de levaduras durante la fermentación espontánea de jugo de *agave Tequilana Weber, variedad azul* en la elaboración de Tequila, las cuales son: *Brettanomyces*, *Candida*, *Hanseniaspora*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Zygosaccharomyces*, *Torulaspota e lwatchenkia*. La fermentación natural de jugo de *agave Tequilana Weber, variedad azul*, inicia con levaduras *no-saccharomyces* del género de *Torulaspota delbrueckii*, *Kluyveromyces marxianus* y *Hanseniaspora spp.*, cediendo progresivamente

el lugar, –por una supuesta intolerancia a etanol–, a levaduras tales como: *S. cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Candida milleri* y *Brettanomyces spp*, a excepción de la levadura no-*Saccharomyces Pichia membranaefaciens* que se encontró presente durante toda la fermentación. Los resultados obtenidos de este estudio mencionan que los molinos y los tanques de almacenamiento de mosto, son la fuente principal de inóculo para la fermentación espontánea; concluyendo que las levaduras encontradas en la destilería tienen poca similitud con las encontradas en los campos de agave e, incluso, con la vegetación de las áreas circundantes a la fábrica.

Cabe señalar que, a pesar del interés de las levaduras no-*Saccharomyces*, debido a que favorecen a las bebidas alcohólicas con notas y perfumes agradables, existen pocos estudios en vinos como en Tequila, enfocados a entender la causa de su bajo crecimiento y su rápida muerte (Díaz-Montaña & R. Cordova, 2009). Posibles hipótesis incluyen: (1) intolerancia a etanol cuando el medio de fermentación alcanza de 20-26 g/L de etanol (Kunkee, 1984; Satora and Tuszynski, 2005; Díaz-Montaña et al., 2008), (2) inhibición a otros compuestos diferentes a etanol y toxinas killer (Pérez-Nevado et al., 2006) y muy probablemente a una (3) limitación nutricional en el medio de cultivo de jugo de agave (Díaz-Montaña et al., 2010; Valle-Rodríguez et al., 2011).

Fermentación dirigida

Un gran número de industrias tequileras inician las fermentaciones alcohólicas utilizando un inóculo de levaduras del género *S. cerevisiae* debido a su alta capacidad fermentativa. Sin embargo, en vinos se prefiere utilizar mezclas de levaduras indígenas de los géneros *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces*, con el fin de incrementar las notas aromáticas de la bebida (Díaz-Montaña & Jesús R. Cordova). Las ventajas de una fermentación dirigida son que permite una alta población y asegura el dominio de la(s) le-

vadura(s) seleccionada(s) durante la fermentación. El resultado es una rápida producción de etanol, corta etapa de fermentación, una bebida con notas y perfumes más predecibles y el decrecimiento en la población de levaduras nativas no-*Saccharomyces*. Asimismo, la inoculación previene el riesgo de una fermentación larga o lenta y de la producción de compuestos volátiles indeseables (Díaz-Montaña, 2012). Sin embargo, en vinos se ha reportado que el uso de un sólo tipo de levadura provoca notas simples o menos interesantes en las bebidas (Romano et al., 1992; Romano et al., 1997; Ciani and Maccarelli, 1998). Ciani et al. (2006), reportó que el uso de varios tipos de levaduras presenta perfiles sensoriales de la bebida superiores comparado con aquellos donde sólo se utilizó cultivos puros de *S. cerevisiae*.

Por lo que esta estrategia reevalúa el rol de las levaduras no-*Saccharomyces* incrementando el interés de su uso en cultivos mixtos con *S. cerevisiae* (Díaz-Montaña & R. Cordova, 2009).

3. Técnicas de identificación y clasificación de levadura

La identificación y clasificación de levaduras se puede llevar a cabo atendiendo a tres criterios diferentes:

- (1) morfológicos, (2) bioquímicos y (3) genéticos

El objetivo de la clasificación de las levaduras es identificar los microorganismos hasta el nivel de especie y varios niveles de jerarquía, tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Jerarquía y clasificación de *Saccharomyces cerevisiae*

Categoría Taxonómica	Ejemplo
Subdivisión	Ascomycotina
Familia	Saccharomycetaceae
Subfamilia	Saccharomycetoideae <i>Saccharomyces</i>
Género especie	<i>cerevisiae</i>

Los métodos más utilizados para la identificación y clasificación de los microorganismos son: taxonómicos, químicos y moleculares. A continuación se hablará brevemente de cada uno.

Clasificación Taxonómica

La clasificación clásica es la Taxonómica, la cual se basa en las características morfológicas y fisiológicas de los microorganismos. Los criterios morfológicos tienen en cuenta el aspecto de las colonias de los microorganismos al crecer en diferentes medios de cultivo en estado asexual y sexual. Por otro lado, las principales pruebas fisiológicas utilizadas en identificación de levaduras son las de fermentación/asimilación de fuentes de carbono, asimilación de compuestos nitrogenados, requerimientos vitamínicos, resistencia a cicloheximida y la termotolerancia. En la tabla 2 se presentan los criterios más utilizados para la identificación de microorganismos por el método clásico taxonómico (Walker, 1999).

Estas técnicas son complejas y en algunos casos pueden llevarnos a clasificaciones e identificaciones incorrectas, ya que se basan principalmente en el estudio del fenotipo y éste depende de las condiciones ambientales del desarrollo y del estado asexual o sexual del microorganismo.

Tabla 2. Criterios utilizados para la clasificación taxonómica de los microorganismos.

Características morfológicas	Características fisiológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Morfología celular en medios sólido y líquido • Reproducción vegetativa (gemación o bipartición) • Reproducción sexual (zigoto, esporas) • Aspecto de las esporas • Formación de pseudomicelio • Formación de película en la superficie del líquido • Flocculación en medio líquido 	<ul style="list-style-type: none"> • Fermentación y asimilación de azúcares • Asimilación de la fuente de nitrógeno • Necesidades en vitaminas • Tolerancia a etanol • Producción de ácidos orgánicos • Producción de pigmentos • Crecimiento a diferentes temperaturas • fenotipo killer • Osmotolerancia

Clasificación por métodos químicos

Las levaduras están rodeadas por una membrana plasmática y una pared celular particularmente resistente. La membrana citoplasmática o membrana celular tiene un grosor de unos 75 Å (ángstrom) y consiste en proteínas, hidratos de carbono y una bicapa de fosfolípidos que rodea a la célula. Los lípidos suponen aproximadamente el 50% de la composición de la membrana plasmática en una gran mayoría de los seres vivos. Los más importantes son los fosfolípidos, que se encuentran en todas las células, le siguen los glucolípidos, así como algunos esteroides.

Se han clasificado bacterias y levaduras en género y especie basándose en su composición lipídica del perfil de ácidos grasos de los fosfolípidos de la membrana citoplasmática empleando cromatografía de gases (Figura 1).

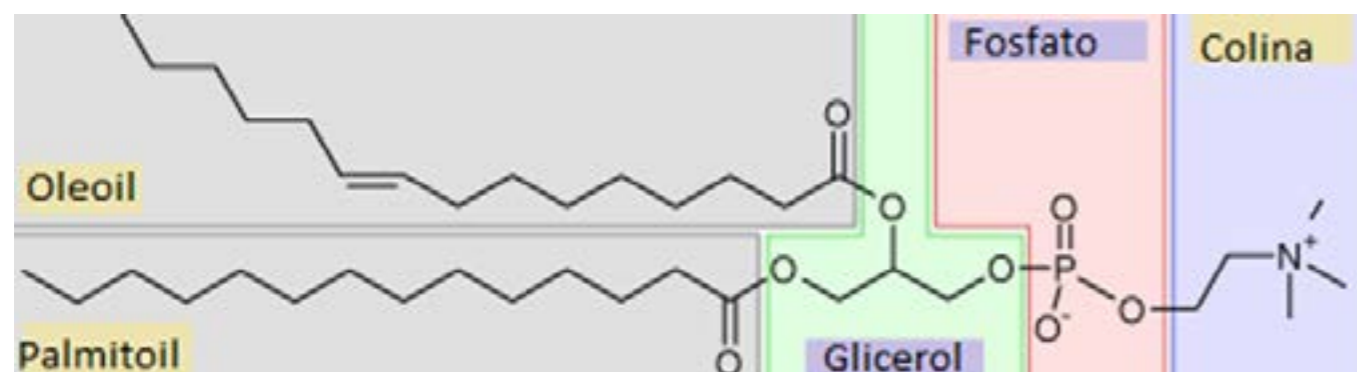


Figura 1. Composición química de la membrana citoplasmática de la levadura

En la tabla 3 se muestra un estudio realizado con levaduras vinícolas. Se observa diferencias significativas en base a la presencia de ácidos grasos presentes en la membrana citoplasmática entre géneros de levaduras. Por ejemplo, solamente *Pichia Membranefaciens* presenta el ácido caprílico y el mayor porcentaje del ácido cáprico y del ácido linoleico entre los diferentes géneros de levaduras analizados. Por otro lado, *Schiosaccha-romyces pombe* es la levadura que presenta una mayor proporción de ácido palmitoleico y *Candida pulchemina* junto con *Hansenula anomala* del ácido oleico. Por su parte, *Hansenula anomala* presenta un mayor porcentaje del ácido linolénico entre los fosfolípidos de su membrana citoplasmática (Suárez, 1997).

Clasificación por métodos moleculares

Recientemente se han desarrollado técnicas para identificar y clasificar las levaduras *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces* por métodos moleculares por medio de la amplificación, secuenciación y comparación de una zona conservada de ADN (Capece et al., 2003, 2005).

El genoma de la levadura, recientemente secuenciado en su totalidad, tiene un total de 14 Mb (millones de pares de bases) en su dotación haploide, repartidas entre 16 cromosomas, de una medida que oscila entre 150 y 2000 kb.

Tabla 3. Composición de ácidos grasos libres totales en distintas especies de levaduras vínicas.

Especie/ácidos grasos (%)	C8	C10	C12	C14	C14:1	C16	C16:1	C18	C18:1	C18:2	C18:3
<i>Saccharomyces lactis</i>	-	-	0.3	1.8	0.2	20.5	34.5	5.0	18.0	16.8	2.9
<i>Torulopsis Stellata</i>	-	0.3	0.6	1.6	-	21.6	32.2	8.0	27.9	6.2	1.5
<i>Schiz pombe</i>	-	-	0.3	1.6	0.4	18.4	51.7	6.1	16.3	5.2	-
<i>Hansenula anomala</i>	-	-	0.2	1.0	-	19.2	7.3	4.0	38.5	21.4	8.4
<i>Pichia membranefaciens</i>	0.2	0.5	0.9	0.6	-	15.6	10.0	4.6	25.1	35.3	7.2
<i>Candida pulcherrima</i>	-	-	0.2	0.8	-	16.4	10.3	1.5	44.4	29.6	1.8
<i>Rhodotorula rubra</i>	-	-	0.1	1.1	-	20.3	6.2	2.8	10.2	24.1	5.2

Nota: C8: ácido caprílico; C10: ácido cáprico; C12: ácido láurico; C14: ácido mirístico; C14:1 ácido miristoleico; C16: ácido palmítico; C16:1 ácido palmitoleico; C18 ácido esteárico; C18:1 ácido oleico; C18:12 ácido linoleico; C18:3 ácido linolénico.

En el DNA (ácido desoxirribonucleico) de *Saccharomyces cerevisiae*, existen varias clases de genes:

- Las que controlan las distintas etapas metabólicas.
- Los que regulan el metabolismo y la síntesis de enzimas.
- Los que dirigen la resistencia a ciertos antibióticos o agentes tóxicos.
- Los que rigen el proceso reproductivo.

En la figura 2 se presenta una célula de levadura y sus principales elementos. Las levaduras contienen un núcleo verdadero donde está confinado

el material genético de la célula, el ADN (ácido desoxirribonucleico) organizado en cromosomas, rodeada por una membrana. En algunos organelos de la levadura, se presenta también ADN, tales como: las mitocondrias que tienen la función de generar energía y los ribosomas donde se sintetizan las proteínas.

La visualización de los cromosomas de una especie, que a menudo se hace por electroforesis de campo pulsante, recibe el nombre de cariotipo. Para estudiar la filogenia de diferentes grupos de levaduras se ha secuenciado del DNA ribosomal (rDNA), la subunidad larga 26S, especialmente la región D1/D2 (Balerias Couto et al., 2005). Asimismo, Schültz y Gafner (1993) caracterizaron cepas no-*Saccharomyces* de *Metschnikowia pulcherrima* y *Hanseniaspora uvarum* por cariotipos. Mismos métodos han sido utilizados para identificar las especies de levaduras vinícolas (Granchi et al., 1999; Torija et al., 2001). Otras técnicas que se han utilizado para diferenciar cepas son: Análisis de restricción del ADN mitocondrial (Comi et al., 2000), Análisis de RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic ADN-PCR) (Quesada and Cenis, 1995; Cadez et al., 2003; Walczak et al., 2007) y la técnica AFLP (Amplified Fragment Length Polimorphism) entre otras (Pretorius, 2000).

4. Metabolismo celular

Las células eucarióticas contienen estructuras diferenciadas llamadas organelos, dentro de los cuales ocurren funciones celulares importantes (Figura 2). Como ejemplo de organelos se puede mencionar las mitocondrias, que generan la energía para las células; los ribosomas, en donde se lleva a cabo la síntesis de las proteínas, y las vacuolas, que sirven para acumular diferentes compuestos. Las levaduras están rodeadas por una membrana plasmática y una pared celular particularmente resistente. Las estructuras mencionadas permiten que las levaduras, como a todo ser vivo, organicen

las moléculas y reacciones químicas en estructuras específicas y en secuencias sistemáticas. La expresión final de esta organización es la capacidad que tiene un organismo vivo de hacer réplicas de sí mismo.

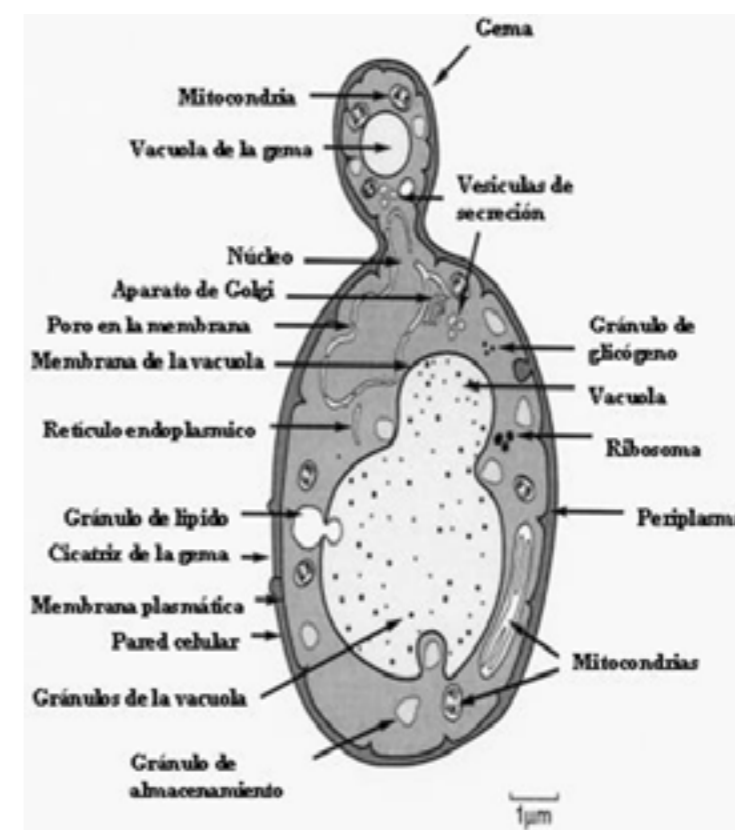


Figura 2. Estructura básica de la levadura

El término metabolismo se utiliza para indicar todos los procesos bioquímicos que tienen lugar en una célula, los cuales se esquematizan en la figura 3.

Para el funcionamiento del metabolismo celular las levaduras tienen una serie de necesidades nutricionales, fenómenos de transporte y asimilación de ciertos elementos. Los azúcares son degradados (catabolismo) por la levadura para convertirlos en etanol, biomasa, CO₂, compuestos volátiles y compuestos no-volátiles. A partir de estas reacciones la célula obtiene energía, la cual utiliza para el transporte de nutrientes por la membrana citoplasmática y la biosíntesis de macromoléculas (anabolismo).

Productos

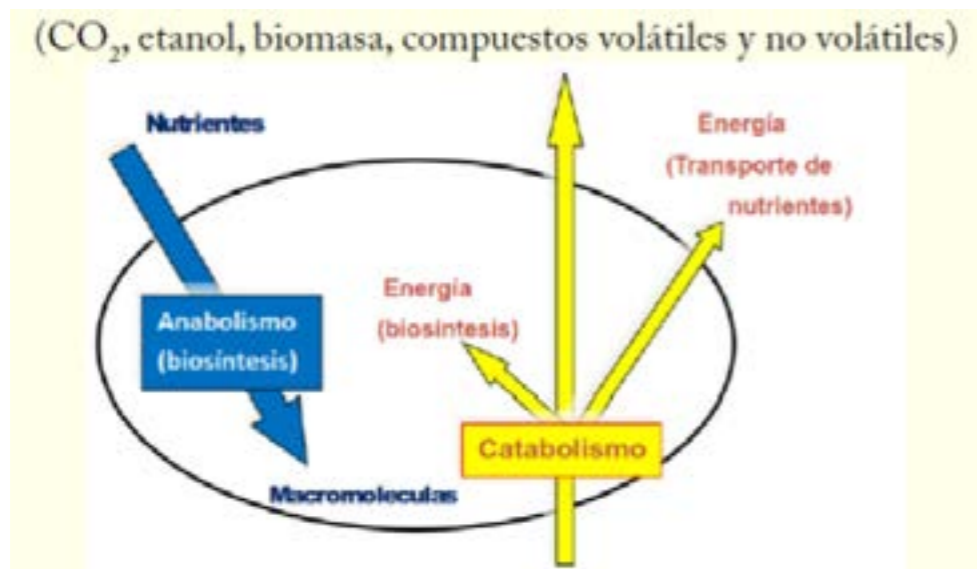


Figura 3. Efectos internos y externos

Los principales elementos que requieren las levaduras para crecer y llevar a cabo la fermentación son los macronutrientes y micronutrientes que deben encontrarse en el medio de fermentación. Los macronutrientes son: la fuente de carbono (C) y de nitrógeno (N), hidrógeno (H), oxígeno (O), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S). Los micronutrientes son: calcio (Ca), cobalto (Co), fierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), níquel (Ni) y molibdeno (Mo).

Las principales funciones de estos nutrientes en las células así como las fuentes más comunes se presentan en la Tabla 4 (Walker, 1998).

Tabla 4. Resumen de los principales requerimientos nutricionales de las levaduras.

Elemento	Fuente común	Función celular.
Carbono	Azúcares	Elemento principal en la estructura celular en combinación con H, O y N. Fuente de energía.
Hidrógeno	Protones del medio	Mantiene el pH interno de la célula (5 a 6). Interviene en los fenómenos de transporte a través de la membrana.
Oxígeno	Aire, O ₂	Sustrato de la respiración y de las enzimas con función oxidativa. Esencial en la síntesis de ergosterol y de ácidos grasos poliinsaturados.
Nitrógeno	aminoácidos + NH ₄	Función estructural. Interviene en la síntesis de proteínas y de las enzimas.
Fósforo	Fosfatos	Transmisión de energía y función estructural en las membranas y los ácidos nucleídos. Involucrado en el balance iónico y en la actividad enzimática
Potasio	K ⁺	Balance iónico y actividad enzimática
Magnesio	Mg ²⁺	Estructura de los organelos y de la célula. Actividad enzimática
Azufre	Sulfatos, metionina	Aminoácidos y vitaminas
Calcio	Ca ²⁺	Posible función en la traducción de señales en la célula
Cobre	Sales de cobre	Pigmentos
Hierro	Sales de hierro	Parte de la estructura en proteínas y en los citocromos
Manganeso	Mn ²⁺	Actividad enzimática
Zinc	Zn ²⁺	Actividad enzimática
Níquel	Ni ²⁺	Actividad enzimática
Molibdeno	Na ₂ MoO ₄	Vitamina B12

5. Ciclo de vida y reproducción de levaduras

En la fermentación alcohólica tradicional para la elaboración de bebidas alcohólicas (cultivo por lote), tanto la composición del mosto como la concentración de biomasa y metabolitos cambian en forma continua como resultado del metabolismo de las levaduras.

En la cinética de crecimiento de la levadura, se pueden distinguir cuatro fases en el cultivo (Figura 4).

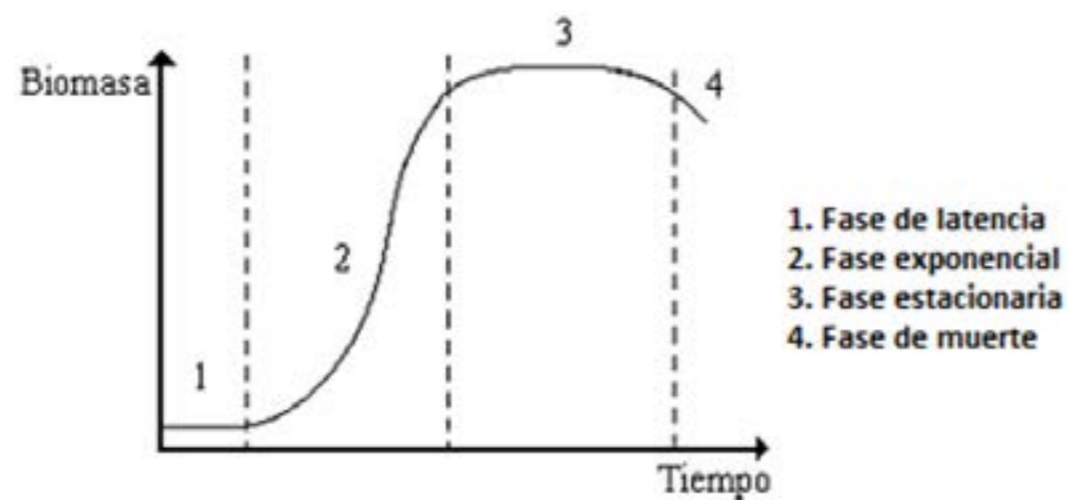


Figura 4. Fase de crecimiento de las levaduras

- **Fase de latencia:** el microorganismo se adapta a las nuevas condiciones y pone en marcha su maquinaria metabólica para poder crecer activamente. La duración de esta fase es variable y en general es mayor cuanto más desfavorable sean las condiciones en las que se encuentra el microorganismo.

- **Fase exponencial** es cuando la levadura se divide para formar dos levaduras, cada una de las cuales también se divide para formar dos levaduras más y así sucesivamente. La mayor parte de los organismos unicelulares crecen exponencialmente. La velocidad de crecimiento exponencial varía mucho de un organismo a otro; por ejemplo, la velocidad de crecimiento del género *S. cerevisiae* es mayor que levaduras no-*Saccharomyces*. Asimismo, las condiciones ambientales como temperatura y la composición del medio de cultivo afectan significativamente la velocidad de crecimiento exponencial.

- **Fase estacionaria** es donde no hay aumento neto de microorganismos, lo que no significa que no se dividan, sino que la aparición de nuevos individuos se compensa con la muerte de otros.

Por último, la fase de muerte es cuando el número de microorganismos vivos disminuye de forma exponencial, con una constante k que depende

de diferentes circunstancias, principalmente: limitación de nutrientes como azúcares y fuente de nitrógeno, así como la presencia de compuestos tóxicos, tales como altas concentraciones de etanol y ácidos orgánicos, entre otros. (Díaz-Montaña, 2013)

Las levaduras se dividen por gemación y puede tener una reproducción asexual cuando se encuentra en un medio favorable y se encuentra en su forma haploide; de manera sexual cuando se encuentra en un medio desfavorable y a partir de un cigoto se forma un asca que contiene cuatro ascosporas haploides.

Las levadura del género *S. cerevisiae* presentan una temperatura óptima de crecimiento de 30°C (Meyer, 1979) y es tolerante a un rango grande de pH (2.4 - 8.2), siendo su pH óptimo de crecimiento de 3.5 a 3.8 (Gray, 1984).

6. Selección de levaduras

En la industria de las bebidas alcohólicas se buscan varias características en las levaduras, a saber (Pretorius, 2000):

- Tolerancia a altas concentraciones de etanol que además de propiciar fermentaciones más rápidas, reduzcan el riesgo de contaminación
- Resistencia a altas temperaturas
- Resistencia a la acidez, la cual previene y combate la contaminación
- Resistencia a altas concentraciones de azúcar
- Producción de un adecuado perfil de aromas

Altos rendimientos

Estas características las presentan las levaduras alcohólicas *Saccharomyces*, a excepción de una adecuada producción de compuestos volátiles de interés que la presentan predominantemente las levaduras no-*Saccharomyces* de los géneros *Hanseniaspora/Kloeckera*, entre otros.

7. Propagación de levadura

Para llevar a cabo una fermentación completa y rápida se requiere que la levadura seleccionada haya sido conservada adecuadamente, así como haber realizado la propagación de ésta a las condiciones nutricionales y operacionales óptimas para su crecimiento, de esta forma se asegura la activación de su metabolismo (Figura 5)

Mantenimiento y conservación de la cepa

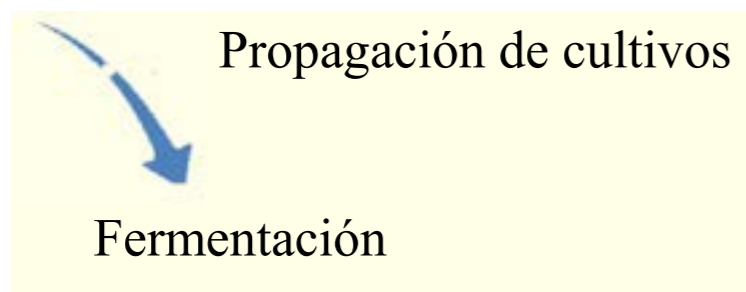


Figura 5. Activación de las levaduras

Mantenimiento o conservación de levaduras

Los objetivos de la conservación de los cultivos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- a) Preservar la pureza genética del cultivo sin pérdida de ninguna de sus propiedades bioquímicas
- b) Preservar los niveles de su productividad
- c) Lograr que el cultivo pueda ser transportado y manejado con facilidad

Existen varias técnicas de conservación de microorganismos con la finalidad de mantenerlos en un estado de alta viabilidad y sin riesgos de cambios genéticos. En la tabla 5 se resume algunas de las estrategias más comunes

para almacenar y mantener los cultivos de levaduras (Schu & Reith, 1995; Hunter-Cevera & Belt, 1996).

Tabla 5. Métodos de conservación y mantenimiento de cultivos de levaduras.

Método	Descripción	Comentarios
Subcultivos	Es un método común de conservación que consiste en el repique periódico del cultivo en un medio nutritivo fresco. El intervalo de transferencia varía con el microorganismo, debiendo considerarse el medio adecuado para cada especie. Una vez desarrollados los cultivos se mantienen a 4 °C durante lapsos que oscilan entre 15 días y 2 meses.	Los inconvenientes que presenta son varios: a) Incremento de mutación con cada transferencia. b) Pérdida de características del organismo. c) Riesgo de contaminación. d) Alteraciones en el medio de cultivo por desecación.
Preservación en Celulosa	El empleo de un soporte de papel para el mantenimiento de levaduras en condiciones de ausencia de agua es un procedimiento adecuado y sencillo para conservar cepas. La técnica consiste en embeber tiras de papel de filtro con una suspensión densa de organismos en suero, glutamato de sodio u otro agente, las mismas son posteriormente colocadas en tubos para su posterior secado bajo vacío.	De esta forma se han logrado conservar cepas por periodos >1 año a temperatura ambiente.
Liofilización	La liofilización está considerada como el método más adecuado para la preservación de microorganismos. La técnica involucra el congelamiento de un cultivo seguido por un secado bajo vacío, lo cual resulta en la sublimación de agua de la suspensión celular.	Comúnmente utilizado para almacenar microorganismos en largos periodos 15 a 20 años a temperatura ambiente.
Crioconservación	La crioconservación es la conservación de material biológico a muy bajas temperaturas. • Congelación de -20° a -80 °C (Almacenamiento de 4 a 5 años) • Ultra congelación en N2 líquido a -196°C (Almacenamiento infinito).	Debido a que la actividad metabólica de la levadura se reduce considerablemente a muy baja temperatura, la congelación es una técnica de elección, ya sea para cortos o largos periodos de tiempo.

El conocimiento de las características del cultivo es esencial en la elección de un método de conservación. La identidad del cultivo puede conocerse en

base a sus características de crecimiento en uno o más medios específicos, tomando en consideración propiedades macro y microscópicas exhibidas, o en base a una evaluación más exhaustiva empleando ensayos bioquímicos, biológicos, y genéticos.

Propagación de cultivos

Para activar las levaduras conservadas utilizando cualquier método de los mencionados (congelación, liofilización y/o en medio de cultivo sólido o líquido), es necesario crecerlo aeróbicamente en un medio de cultivo a base de jugo de agave a 3°Bx adicionado con fuente de nitrógeno inorgánico. La propagación de la levadura de interés se realiza mediante sucesivos pasajes en frascos de volúmenes crecientes (Figura 6).

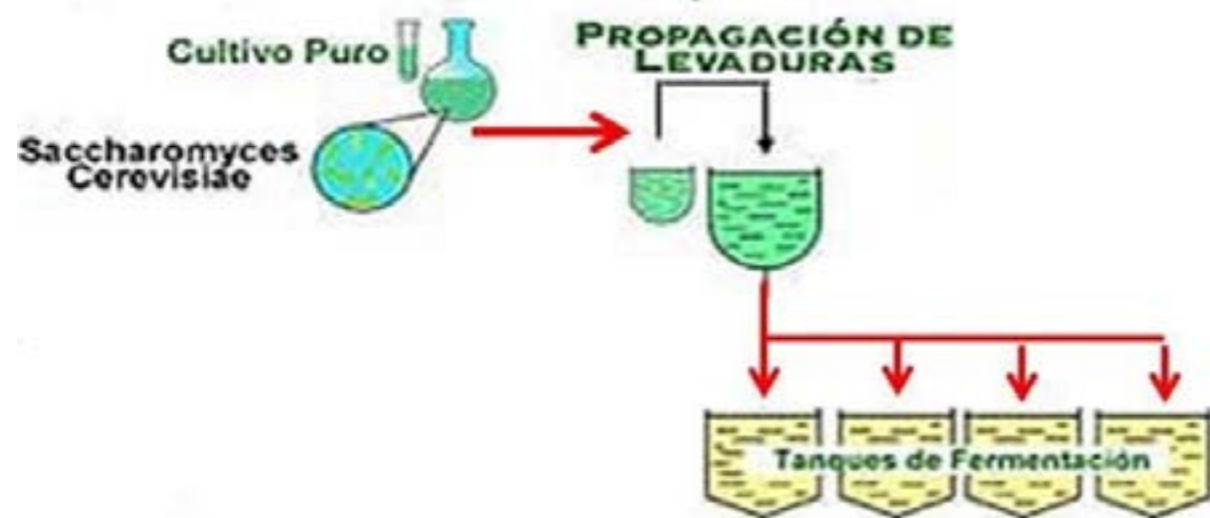


Figura 6. Esquema de propagación

8. Materia prima y formulación de mostos

Antes de realizar la fermentación es necesario conocer la materia prima.

La principal materia prima para la elaboración de Tequila es el *agave Tequilana Weber, variedad azul*. La NOM 006-SCFl especifica que este agave es el único que puede utilizarse en la elaboración de esta bebida, y debe cultivarse en la zona de denominación de origen. Se ha determinado que el *agave Tequilana Weber, variedad azul*, presenta la siguiente composición (Sánchez-Marroquín y Hope, 1953):

Tabla 6. Composición del *agave Tequilana Weber, variedad azul*

Agua 60%
Inulina* 24%
Fibra 11%
Azúcares reductores 1.5%
Proteínas 0.02%
Cenizas 2.7%

En estudios recientes se detectó que el principal carbohidrato del jugo de agave no es la inulina, sino un polisacárido que pertenece a las familias de los fructanos (Mancilla-Margalli & López, 2006; López et al., 2003). El contenido de fructanos en el agave está en función de la edad y la estación del año. Al hidrolizarse los fructanos por la acción del calor en el proceso de cocimiento de las piñas, se liberan los azúcares glucosa y fructosa, siendo éste último el azúcar, con mayor concentración presente en el jugo de agave.

Pocos estudios se han realizado sobre los compuestos minoritarios que están presentes en el jugo de agave cocido. Mancilla-Margalli & López (2002), identificaron y cuantificaron ácidos grasos, aldehídos, alcoholes, terpenos y vainilla, así como varios compuestos de Maillard tales como: 5-hidroximetil furfural, metil furoato, furfuril alcohol, 2-(5H) furanona, 5-acetoximetil-2-furfural, 3,5-dihidroxi-2-metil-4(H)-piran-4-ona, 2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4(H)-piran-4-ona.

Asimismo, en un estudio reciente se observó un bajo contenido de fuente de nitrógeno orgánico en el jugo de agave cocido. En la tabla 7 se muestra la

concentración de aminoácidos en jugo de agave comparándolo con jugo de uva (Díaz-Montaña et al., 2008). Aun si el jugo de agave cocido se somete a un proceso de hidrólisis de proteína, no es equiparable la concentración de los aminoácidos libres con los encontrados en jugo de uva. Lo anterior indica que el jugo de agave presenta una limitación nutricional como medio de fermentación. Por lo que es necesario la adición de fuente de nitrógeno en el jugo de agave para que las levaduras puedan crecer y realizar una fermentación rápida y completa de los azúcares. La concentración de la fuente de nitrógeno dependerá del género de levaduras y de las necesidades nutricionales de la cepa seleccionada.

Tabla 7. Comparación en la composición de aminoácidos de jugo de agave con jugo de uva.

Aminoácidos (mg/l)	Jugo de uva cocido	Jugo de agave hidrolizado	Jugo de agave
L- alanina	58.5*	0.72±0.005	20.98±0.153
L-arginina	255.9±182.3	5.76±0.030	38.68±0.676
L-aspartato	46.4± 22.9	0.41±0.018	25.51±0.322
L-glutamato	91.2± 37.7	0.12±0.001	42.12±0.117
L-glutamina	122.9± 93.9	nd	nd
L-glicina	4.1± 3.1	0.44±0.016	21.75±0.526
L-histidina	103.9± 85.9	0.19±0.008	10.09±0.301
L-isoleucina	13.4*	0.06±0.003	11.70±0.196
L-leucina	13.4*	0.14±0.003	21.28±0.524
L-lisina	7.6± 6.67	0.06±0.002	6.59±0.150
L-metionina	24.2± 13.9	nd	4.10±0.126
L-fenilalanina	16.9± 11.3	0.06±0.003	12.44±0.100
L-serina	53.1± 23.4	1.34±0.024	32.52±0.306
L-treonina	51.6± 25.1	0.32±0.014	18.54±0.270
L-tirosina	13.3*	0.22±0.010	13.97±0.109
L-valina	17.7*	0.14±0.004	21.49±1.058

nd: no detectado

Cuando se produce Tequila 100%, la única fuente de azúcares autorizada es la que proviene del agave. En el caso del Tequila, la norma permite hasta 49% de otros azúcares diferentes al agave. En general, puede ser cualquier tipo de azúcar que la levadura sea capaz de fermentar como piloncillo, melazas y jarabes de maíz hidrolizados (NOM 006-SCFI-2012).

La concentración de azúcares en un mosto de agave es muy variable y depende de la calidad del agave empleado, madurez, así como la cantidad de agua agregada en el transcurso de la molienda. El principal azúcar presente en un mosto 100% de agave es la fructosa y la glucosa en menor concentración.

La cantidad de azúcar en un mosto 100% varía entre 4 y 10 % p/v y en un mosto donde se añade otros azúcares esta entre 8 y 16% p/v (Cedeño y Álvarez-Jacob, 2000).

9. Mecanismos de fermentación

Las fermentaciones son utilizadas en la industria para producir alimentos y bebidas alcohólicas. En el caso de esta última, las levaduras son la base para la producción de una gran variedad de bebidas como Tequila, cerveza, vino y sake, entre otras. Estos microorganismos son utilizados tanto en cultivo puro o en asociación en cultivos mixtos (Sanchez et al., 1988).

El metabolismo de las levaduras y la producción de etanol

La fermentación consiste en la transformación de los azúcares en alcohol etílico (o etanol), glicerol, ácidos orgánicos, biomasa, CO₂ y en compuestos volátiles en cantidades menores pero que pueden jugar un papel importante en las características sensoriales del producto final.

El proceso simplificado de la fermentación, así como su balance energético es:



La fermentación alcohólica es un proceso exotérmico, es decir, se desprende energía en forma de calor. Es necesario controlar este aumento de temperatura, ya que si ésta ascendiese a 37°C, las levaduras comenzarían a morir deteniéndose la conversión de azúcar a etanol y a otros compuestos (Amaral, 1989).

El elemento más importante de la fermentación alcohólica es la levadura. Asimismo existen otros factores que influyen sobre las velocidades de crecimiento, fermentación y muerte de la levadura, los cuales son: la composición del mosto, la temperatura de fermentación, el oxígeno disuelto en el medio, los compuestos nutricionales, principalmente la fuente de nitrógeno y los microelementos que son indispensables en el metabolismo de la levadura.

Aproximadamente el 96% de la fermentación alcohólica se lleva a cabo mediante cepas de *Saccharomyces cerevisiae* o especies relacionadas. El rendimiento teórico es: por cada gramo de fructosa y/o glucosa se sintetiza 0.51g de etanol y 0.49g de CO₂. Sin embargo en la práctica, aproximadamente el 10% de la glucosa se transforma en biomasa y el rendimiento en etanol y CO₂ alcanzan el 90% del valor teórico. El ATP formado se utiliza para las necesidades energéticas de la célula.

La ruta metabólica para la producción de etanol y dióxido de carbono a partir de azúcares consta de dos etapas principales (Figura 7)

- (1) Transporte de los azúcares al interior de la célula.
- (2) Transformación de los azúcares en piruvato por medio de la glucólisis.
- (3) Fermentación alcohólica.

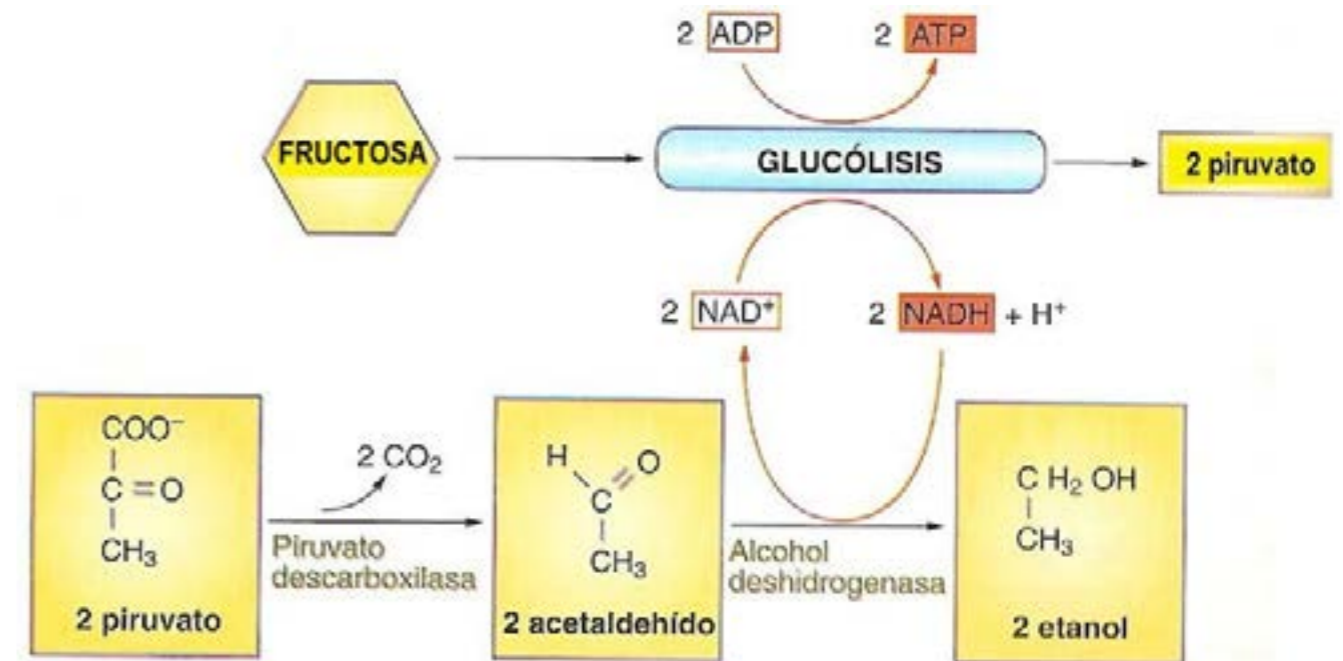


Figura 7 Fermentación alcohólica.

Factores que influyen en la fermentación alcohólica

El estudio de los factores operacionales y nutricionales que afectan el desarrollo del microorganismo en la fermentación alcohólica es fundamental para que, por un lado, se alcance un adecuado crecimiento del microorganismo logrando fermentaciones rápidas, y por otro, evitar las condiciones que causen fermentaciones lentas y/o paradas fermentativas. Las fermentaciones largas y/o paradas fermentativas ocasionan una baja productividad del proceso, sin mencionar el desperdicio de la materia prima y la generación de vinazas con mayor carga orgánica por el hecho de contener una mayor concentración de azúcares sin fermentar.

En vinos, numerosos estudios se han realizado en este tema, observando que uno o varios de los siguientes factores que a continuación se mencionan, están frecuentemente implicados en los paros fermentativos y/o las fermentaciones lentas, los cuales son: limitación nutricional, deficiencia de oxígeno, toxicidad por etanol, ácidos orgánicos e inorgánicos, presencia

del factor killer u otra toxina microbiana y temperaturas extremas (Bisson, 1999). Estos factores también pudieran ser críticos en las fermentaciones alcohólicas de jugo de agave.

Trabajos recientes en Tequila, (Díaz-Montaño, 2004; Díaz-Montaño et al., 2008; Díaz-Montaño et al., 2010; Hernández-Cortés et al., 2010; Valle-Rodríguez et al., 2011; Morán-Marroquín et al., 2011), han estudiado algunas condiciones fisicoquímicas y nutrimentales en la fermentación de jugo de agave sobre el crecimiento y las capacidades fermentativas y la producción de compuestos volátiles de cepas tequileras *Saccharomyces* y no-*Saccharomyces*. A partir de estos trabajos se encontró que la temperatura óptima de crecimiento como de fermentación de varias cepas nativas tequileras es de $30\pm 3^{\circ}\text{C}$ (Díaz-Montaño, 2004), y la adición fuente de nitrógeno son necesarias para una fermentación completa y rápida de los azúcares presentes en el jugo de agave (Díaz-Montaño et al., 2008; Morán-Marroquín et al., 2011, Díaz-Montaño, 2012).

Conjuntamente se observó que no hay diferencias significativas en la capacidad fermentativa de las levaduras nativas estudiadas en un rango de pH entre 2.5 a 5 (Díaz-Montaño, 2004; Hernández-Cortés et al., 2010).

El metabolismo de las levaduras y la producción de compuestos volátiles mayoritarios y defectos olfativos

En las bebidas alcohólicas los compuestos responsables del bouquet son los compuestos volátiles, los cuales son el resultado de una serie de pasos encadenados, tanto biológicos y bioquímicos, como tecnológicos. Por lo que la producción de los compuestos volátiles en el proceso de elaboración de Tequila dependen del tipo de equipos utilizados, de las condiciones fisicoquímicas y del desarrollo de los microorganismos puestos en juego con diferentes variables como son: tipo de materia prima (madurez, suelo y región donde se cultiva), tipo de proceso de manufactura y sus condiciones (tem-

peratura, composición del medio, fuentes de carbono y de nitrógeno, entre otros) (Sanchez-Font, 1985).

Rapp et al. (1977) y Cordonnier & Bayonove (1986) estudiaron los aromas del vino tinto y publicaron que existen cerca de 400 compuestos volátiles, clasificándolos como: alcoholes superiores, ésteres de ácidos grasos, compuestos bencénicos, lactonas, terpenos y ciertos metabolitos particulares. En Tequila, Benn & Peppard (1996) caracterizaron 3 tipos de Tequila 100% (blanco, reposado y añejo), identificando más de 175 compuestos volátiles diferentes, clasificándolos en las familias de los alcoholes, carbonilos (aldehídos y ésteres), ácidos (orgánicos y grasos), terpenos y compuestos azufrados principalmente. Asimismo, Estarrón (1997) detectó por cromatografía de gases acoplado a un detector de masas, los compuestos mayoritarios de Tequilas 100%, procedentes de varias regiones de denominación de origen. Los compuestos aromáticos que predominaron fueron: los alcoholes (isoamílico, 2-fenetílico, tetradecanol) los ácidos (octanoico, decanoico, dodecanoico y tetradecanoico), los ésteres (decanoato de etilo, éster del ácido carbámico, lactato de etilo y acetato de fenetilo), el furano (5-metil furfural), el compuesto carbonilo (acetaldehído dietil acetal), el terpeno (α -terpineol) y el fenol (monoacetato de 1,3-bencenodiol). Cantor (1999) identificó y cuantificó los compuestos volátiles odorativos de Tequilas proveniente de dos regiones distintas (los Altos y Tequila). El olor y aroma de los Tequilas de la región de Tequila fueron significativamente diferentes de aquellos de la región de los Altos. El 4-terpineol y propionato citronelil se encontraron en los Tequilas de la región de Tequila y el etanoato de etilo, acetato de etilo y el farnesol en la región de los Altos.

López et al. (1999) analizaron los diferentes tipos de Tequila (blanco, añejo y reposado) con el fin de encontrar el compuesto más odoractivo utilizando un método olfatométrico. Para el Tequila blanco fue el fenil etanol y fenil etil acetato; en el Tequila reposado y añejo también se encontraron los mismos compuestos odoractivos además de la presencia de la vainillina.

Cabe subrayar que de los compuestos volátiles mencionados anteriormente,

en su mayoría son sintetizados por las levaduras durante la etapa de fermentación. En la figura 8 se muestra las rutas metabólicas condensadas de las familias de compuestos volátiles mayoritarios sintetizados por las levaduras (Díaz-Montaña, 2012).

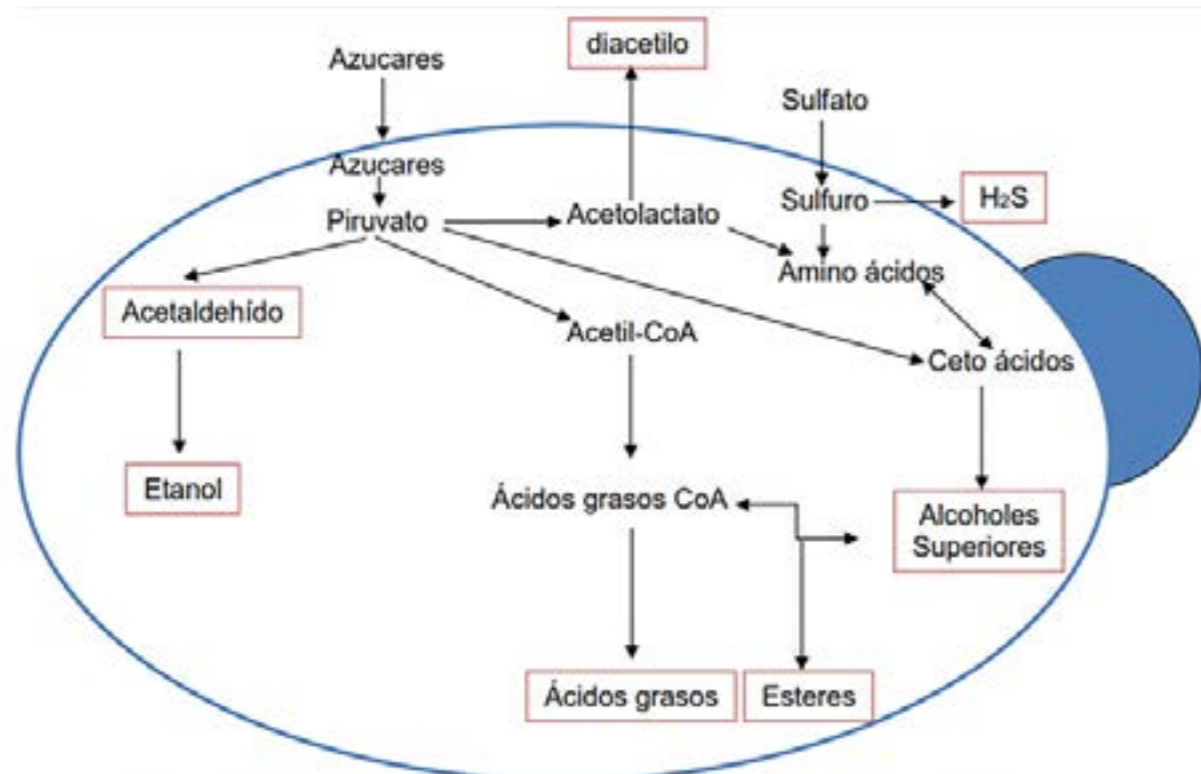


Figura 8. Vías metabólicas de síntesis de los compuestos volátiles mayoritarios

10. Perspectivas

El uso de levaduras nativas no-*Saccharomyces* y *Saccharomyces* en cultivo mixto puede ser una interesante alternativa para incrementar las notas aromáticas del Tequila. Sin embargo, el conocimiento de las interacciones metabólicas entre diferentes géneros de levaduras es aún limitado.

Es necesario investigar aspectos genéticos y nutricionales en las levaduras,

aunado a un estudio de las condiciones operacionales del proceso, tales como: pH, temperatura, concentración de azúcares, concentración de la fuente de nitrógeno, relación carbono/nitrógeno, entre otros, con el fin de conocer las capacidades fermentativas, la habilidad de síntesis de compuestos volátiles deseables y el rendimiento de conversión azúcar a etanol de las levaduras nativas involucradas en la elaboración de Tequila.

Bibliografía

1. Amaral, H.G. (1989). *Fermentación Alcohólica*, C. GEPLACEA, Editor. p. 11.
2. Baleiras Couto, M.M., Reizinho, R.G. and Duarte, F.L. 2005. Partial 26S rDNA restriction analysis as a tool to characterize non-*Saccharomyces* yeasts present during red wine fermentations. *Int. J. Food Microbiol* 102: 49-56.
3. Benn, S. M., & Peppard, T.L. (1996). Characterization of Tequila Flavor by Instrumental and Sensory Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(2), 557-566.
4. Bisson L. (1999). Stuck and sluggish fermentation. *American Society for Enology and Viticulture*, Vol. 50 No. 1:107-118.
5. Cadez, N., Poot, G.A., Raspor, P. and Smith, M.Th. (2003). *Hanseniaspora meyeri* sp. nov., *Hanseniaspora clermontiae* sp. nov., *Hanseniaspora lachancei* sp. nov. and *Hanseniaspora opuntiae* sp. nov., novel apiculata yeast species. *Int J Syste Evol Microbiol* 53, 1671-1680.
6. Cantor Solórzano, E. (1999). Evaluación de los compuestos volátiles representativos del olor del Tequila, correlación de mediciones instrumentales y mediciones sensoriales. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEL). Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
7. Capece, A., Salzano, G. and Romano, P. (2003). Molecular typing techniques as a tool to differentiate non-*Saccharomyces* wine species *Int. J. Food Microbiol.* 84: 33-39
8. Capece, A., Fiore, C., Maraz, A. and Romano, P. (2005). Molecular and technological approaches to evaluate strain biodiversity in *Hanseniaspora uvarum* of wine

- origin. J. Appl. Microbiol. 98: 136-144.
9. Cedeño M.(1995).Tequila production.Critical Reviews in Biotechnology 15(1):1- 11
10. Cedeño MC & J Alvarez-Jacobs (2000). Tequila Production from Agave. In: Murtagh & Associates (ed). The Alcohol Textbook. 3rd ed. Nottingham University Press. pp:223-243.
11. Ciani M. & Maccarelli F. (1998). “Oenological properties of non-*Saccharomyces yeasts associated with wine-making*”. World J. Microbiol. Biotechnol. 14:199-203.
12. Ciani, M., Beco, L. and Comitini, F. (2006). Fermentation behaviour and metabolic interactions of multistarter wine yeast fermentations. International Journal of Food Microbiology, 108(2), 239-45.
13. Comi G., Romano P., Cocolin L. and Fiore, C. (2000). Characterization of *Kloeckera apiculata* strains from Friuli region in North Italy. Word Journal of Microbiology and Biotechnology, 17: 391-394.
14. Cordonnier R. & Bayonove C. (1986). Donnés récentes sur les précurseurs d'arômes du raisin et perspectives de leur exploitation en oenologie. Revue Francaise d Oenologie, Vol. 26, No. 102:29-41.
15. Díaz-Montaña D.M. (2004). Estudio fisiológico y cinético de dos cepas de levadura involucradas en la etapa fermentativa de la elaboración de Tequila. No. Registro: 2172. Doctorat de L' I. N. P. T. et de L'Université de Guadalajara. Difusión electrónica del SCD-INP de Toulouse Francia.
16. Diaz-Montaña Dulce, Délia Marie-Line, Estarrón Mirna and Strehaiano Pierre. (2008). Fermentative capability and aroma compound production by yeast strain isolated from *Agave Tequilana Weber* juice. Enzyme and Microbial Technology. 42: 608-616.
17. Dulce Maria Díaz-Montaña & Jesús R. Córdova. (2009). The fermentative and aromatic ability of *Kloeckera* and *Hanseniaspora* yeasts In *Yeast Biotechnology: diversity and applications*. Ed. Gotthard Kunze and T. Satyanarayana. Springer Publishers ISBN: 978-1-4020-8291- 7.Pp 281-305.
18. Díaz-Montaña D.M., Favela E. and Córdova J. (2010). Improvement of growth, fermentative efficiency and ethanol tolerance of *Kloeckera africana* during the fermentation of agave Tequilana juice by addition of yeast extract. J of Science of food and Agriculture. 90: 321-328.
19. Díaz-Montaña D.M. 2012. Levaduras Involucradas en el Proceso de Elaboración de Tequila. Editorial Académica Española LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. ISBN 978-3- 8484-7842-2.

20. Díaz-Montaña D.M. 2013. Continuous Agave Juice Fermentation to Produce Bioethanol *In Biomass now: a renewable nutrient, energy and raw materials resource / Book 1*, edited by Dr. Miodrag Darko Matovic INTECH Ed. ISBN 979-953-307-804-4.
21. Erten, H. (2002). Relations between elevated temperatures and fermentation behaviour of *Kloeckera apiculata* and *Saccharomyces cerevisiae* associated with wine-making in mixed cultures. Journal of Microbiology, 373-378.
22. Estarrón Espinosa, M.E (1997). Identificación de los principales compuestos volátiles que caracterizan al Tequila 100% de agave. Tesis de maestría en Procesos Biotecnológicos, Universidad de Guadalajara. Guadalajara Jalisco, México.
23. Granchi, L., Bosco, M., Messini, A. and Vincenzi, M. (1999). Rapid detection and quantification of yeast species during spontaneous wine fermentation by PCR-RFLP analysis of the rDNA ITS region.J. Appl. Microbiol. 87: 949-956.
24. Gray W.D. (1984). Studies on the alcoholic tolerance of yeasts. Journal of Bacteriology, 42:561-574.
25. Hanssen H. P. & Sprecher E. (1981). Aroma producing fungi; influence of strain specificity and culture conditions on aroma production. Walker de Gruyter (Ed: Flavor's 81), 547-556.
26. Hernandez Cortés, G. Córdova López, J., Herrera López E.J., Díaz-Montaña, D.M. (2010). Effect of aeration, pH and feeding non-sterilized agave juice in continuous Tequila fermentation. J. of Science of food and Agriculture. 90:1423-1428.
27. Hunter-Cevera & J.C., Belt A. (1996). Maintaining Cultures for Biotechnology and Industry. Editorial Academy Press. 15-26, 65-82, 101-130.
28. Kunkee D. (1984) “Selection and modification of yeasts and lactic acid bacteria for wine fermentation”. Food Microbiology. 1, 315-332.
29. Kurtzman, C.P. & Fell, J.W. (1998). The yeast, a taxonomic study. 3rd edition. Elsevier Science, Amsterdam.
30. Lachance, M. (1995). Yeast communities in a natural Tequila fermentation. Antonie van Leeuwenhoek, 68(2), 151-60.
31. López, M. G. (1999). Tequila aroma in flavor chemistry of ethnic foods. Shahidi, F. and Ho, C. T. (Ed.), Kluwer academic/plenum publishers, New York. 211-217.
32. Mancilla-Margalli N.A. & López M.G. (2002). Generation of Maillard Compounds from Inulin during the Thermal Processing of *Agave Tequilana Weber, variedad azul*. *Agric. Food Chem.*, 50 (4), pp 806-812.
33. López MG, NA Mancilla-Margalli and G Mendoza-Díaz (2003). Molecular struc-

tures of fructans from *Agave Tequilana* Weber, *variedad azul*. J. Agric. Food Chem. 51:7835-7840.

34. Mancilla-Margalli, N.A. and López, M.G. (2006) Non-structural Carbohydrates and Fructan Structure Patterns from *Agave* and *Dasyliirion* species. J. Agric. Food Chem. 54, 7832.

35. Meyer J.P. (1979). Les levures adaptées aux basses températures et leur sélection. Revue Française d'Œnologie, No. 76 :45-49

36. Morán-Marroquí, G.A., Córdova-López, J., Valle-Rodríguez, J.O., Estarrón-Espinoza, M. and Díaz-Montaña, D.M. (2011). Effect of dilution rate and nutrients addition on the fermentative capability and synthesis of aromatic compounds of two indigenous strains of *Saccharomyces cerevisiae* in continuous cultures fed with *Agave Tequilana* juice. International Journal of Food Microbiology. 151: 87-92.

37. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2005. (2005). Bebidas *alcohólicas-Tequila-Especificaciones*. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas.

38. Pelczar, M., Reid, R.D. and Chan, E.C.S. (1990). Microbiología. McGraw Hill, México.

39. Pérez-Nevado, F., Albergaria, H., Hogg, T. and Girio, F. (2006). Cellular death of two non- *Saccharomyces* wine-related yeasts during *mixed fermentations with Saccharomyces cerevisiae*. International Journal of Food Microbiology, 108(3), 336-45.

40. Pretorius, I.S. (2000). Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. Yeast (Chichester, England), 16(8), 675-729.

41. Quesada, M. & Cenis, J.L. (1995). Use of Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD-PCR) in the Characterization of Wine Yeasts Am. J. Enol. Vitic. 46: 204-208.

42. Rapp A., Hastrich H. and Engel L. (1977). Kapillarchromatographische untersuchungen uber die aromastoffe von wein und weinbeeren. Mitteilungen, Rebe und wein. Vol. 2, No. 3:74-82.

43. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donéche B. and Lonvaud A. (1998). Traité d'Œnologie. I. Microbiologie du vin. Vinifications. Edit Dunod.

44. Romano P., Suzzi G., Comi G., and Zironi R. (1992). Higher alcohol and acetic acid production by apiculate wine yeasts. Journal of Applied Bacteriology, No. 73:126-130.

45. Romano, P., Suzzi, G., Comi, G., Zironi, R. and Maifreni, M. (1997). Glycerol and other fermentation products of apiculate wine yeasts. Journal of Applied Microbiol-

ogy, 82(5), 615-8.

46. Sanchez C., Furlan S. A., and Strehaiano P. (1988). Levaduras seleccionadas: Interes e utilizacao em oenologia. Enologia. No. 11:33-56.

47. Sanchez-Font L. (1985). Etude de cinq espèces de genre *Ceratocystis* productrices d'arômes: nutrition et physiologie. Thèse Doctorat 3e cycle, Université de Dijon.

48. Sánchez-Marroquín & P.H. Hope (1953). *Agave Juice*. Fermentation and chemical composition studies of some species. J. Agric. Food Chem., 1:246-249.

49. Satora, P. & T. Tuszynski (2005). Biodiversity of yeasts during plum *Wegierka Zwykla* spontaneous fermentation. Food Technol. Biotechnol. 43: 277-282.

50. Schu & Reith (1995). Evaluation of different preparation parameters for the production and cryopreservation of seed cultures with recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. Cryobiology. 32(4):379-88.

51. Schültz, M. & Gafner, J. (1993). Analysis of yeast diversity during spontaneous and induced alcoholic fermentation. J. App. Bacteriology 75: 551-558.

52. Soufleros E. (1979). Les levures de la région de Naoussa (Grèce). Identification et classification, étude des produits volatils formés au cours de la fermentation. Thèse de Docteur- ingénieur. Univ. Bordeaux II.

53. Suárez Lepe J.A. (1997). Levaduras Vinicas. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. ISBN 9788471146854.

54. Torija M. J., Bertran G., Novo M., Poblet M., Guillamón J. M., Mas A. and Rozés N. (2003). Effects of fermentation temperature and *Saccharomyces* species on the cell fatty acid composition and presence of volatile compounds in wine. International Journal of Food Microbiology, No. 85:127-136.

55. Tyndall John (1877). La fermentación. Revista Europea no. 167.

56. Valle-Rodríguez, J.O., Córdova-López, J.A., Hernández-Cortés, G., Estarrón-Espinoza M. and Díaz-Montaña, D.M. (2011) Effect of the aminoacids supplementation on the *Agave Tequilana* juice fermentation by *Kloeckera africana* in batch and continuous cultures. Antonie van Leeuwenhoek Journal of Microbiology. Antonie van Leeuwenhoek DOI 10.1007/s10482-011-9622-x. ISSN 0003-6072.

57. Walczak, E., A. Czaplinska, W. Barszczewski, M. Wilgosz, M. Wojtatowicz and M. Robak (2007). RAPD with microsatellite as a tool for differentiation of *Candida* genus yeasts isolated in brewing. Food Microbiol., 24: 305-312

58. Walker G.M. (1998). Yeast Physiology and Biotechnology. John Wiley & Sons, New York.

Principios de operación en la destilación del Tequila

Dr. Juan Villafaña Rojas

Contenido

Resumen	262
Introducción	263
1. Fundamento	265
2. Técnicas y equipos de destilación	269
3. Proceso de destilación de Tequila	272
4. Los congéneres en la destilación	275
5. Material de construcción de equipos de destilación	276
Curva de equilibrio etanol-agua	278
Comportamiento de la destilación diferencial y la ecuación de Rayleigh	280
Conclusiones	285
Perspectivas	285
Bibliografía	287

Resumen

En este trabajo se revisan los fundamentos de la destilación y su relación con la operación de las etapas de la destilación del Tequila: el destrozamiento para obtener ordinario a partir del mosto fermentado y la rectificación para producir Tequila.

Se plantea cómo los cálculos teóricos pueden ayudar a entender el comportamiento de la destilación en los alambiques simples y relacionar los resultados obtenidos de la aplicación práctica para tener un mejor control de los cortes que se realizan durante las etapas de la destilación, para mejorar o asegurar la calidad de un producto con base en el entendimiento del efecto de la forma de operar un alambique.

Se presenta la relación e importancia que tiene la destilación con la calidad del producto final –el Tequila–, al establecer algunos comportamientos típicos con base en la medición del contenido de alcohol en la probeta para determinar de manera instantánea en qué punto de la destilación se deben hacer los cortes, con base a valores prestablecidos de manera práctica.

Se presenta cuál es la ayuda que brinda la destilación para el control de los congéneres, responsables en gran medida del sabor y aroma del Tequila, y cómo éstos no sólo se pueden eliminar considerando su punto de ebullición. En este mismo aspecto, se trata sobre el papel que juega el cobre en la calidad del Tequila.

El capítulo está organizado de la siguiente manera: introducción, donde se da una definición de destilación y una breve semblanza de la evolución de la destilación; fundamento de la destilación con base al comportamiento del equilibrio vapor-líquido; las técnicas de destilación y equipos comúnmente empleados en la industria tequilera mencionando las características principales de cada uno de ellos; el papel del material de construcción en la calidad del Tequila obtenido; se presenta la curva de equilibrio etanol-agua y se utiliza para ejemplificar su uso para entender cómo funciona la destilación a través del equilibrio repetitivo de fases; finalmente se relaciona la

ecuación de Rayleigh con la forma de operar un alambique en una destilación diferencial, demostrando que es posible utilizarla para predecir los momentos de los cortes dentro del proceso de destilación para tener productos con una calidad constante.

Introducción

Las operaciones de separación tienen como objetivo generar la coexistencia de dos o más zonas, las cuales difieren en temperatura, presión, composición y/o estado de la fase. Cada especie molecular a ser separada en una mezcla se comporta en una manera única para diferenciar los ambientes ofrecidos por éstas. Consecuentemente, conforme el sistema se desplaza hacia el equilibrio, cada una de las especies se establece a diferente concentración en cada zona, y esto resulta en una separación entre las especies. La operación denominada *destilación* utiliza las fases vapor y líquido, esencialmente a la misma temperatura y presión para la coexistencia de zonas. (Doherty et al. 2008)

La destilación es el proceso físico donde se separa, concentra, y/o purifica en mayor o menor grado los componentes de una mezcla líquida con base a sus diferentes puntos de ebullición o presiones de vapor. En esencia el proceso depende de la posibilidad de generar vía ebullición, una fase vapor de composición diferente a la de la fase líquida. La condensación de esta fase vapor produce una fase líquida enriquecida en los componentes más volátiles de la mezcla original. (Iñiguez, 2010a). La destilación es la operación unitaria más utilizada, aproximadamente interviene en el 95% de todas las separaciones de mezclas de líquidos en procesos químicos, y no se vislumbra un cambio en los próximos años.

Una característica que hace única a la destilación es la posibilidad de fraccionar una mezcla de fluidos en sus componentes puros. Las desventajas de la destilación son el riesgo de la degradación térmica de las especies y

una alta demanda de energía (Stichlmair, 2010).

La destilación emplea un principio muy sencillo que consiste en tres pasos: primero, la generación de un sistema de dos fases; segundo, la transferencia de masa a través de la interfase; y tercero, separación de las dos fases. A diferencia de otros métodos de separación que utilizan este mismo principio, no es necesario adicionar un compuesto externo para lograr la separación, el cual después se deberá remover. En la destilación, el sistema de dos fases (líquido-vapor) se genera por un suministro de calor, que sería el tercer componente, el cual después es fácilmente removido (Stichlmair, 2010).

La destilación es un proceso conocido desde la antigüedad, existen escritos que la ubican en el tiempo de Cleopatra en Egipto, alrededor del año 50 A.C. Sin embargo, se considera que este proceso fue utilizado mucho antes, por las descripciones que se hacen en las primeras culturas sobre productos como aceites esenciales, perfumes, medicinas, bebidas, donde, en su separación se involucra la destilación.

Los alquimistas árabes ya practicaban la destilación intermitente alrededor del año 700 D.C., la desarrollaron por primera vez para concentrar alcohol. En el siglo cuarto se describe el uso de un condensador simple formado por un tubo largo expuesto al aire y conectado a un recipiente. El primer registro de la destilación de etanol se tiene en el siglo XI. La popularidad del proceso de producción de etanol llevó a la destilación a ser el primer proceso industrial de recuperación entre el siglo XI y el siglo XIV. Un aumento en los rendimientos del proceso se logró al solucionar el problema de sellado de las juntas en el destilador y el enfriamiento del condensador con agua. La destilación fue adoptada en Europa Occidental y el primer libro conocido sobre el tema fue *Liber de arte distillandi* de Hieronymus Brunschwig, publicado en latín a principios de la década de 1500. El primer libro sobre destilación escrito para la comunidad especializada, pero no académica, fue *Das New gross Distiller Buch*, de Walter Ryff, publicado en alemán en 1545. Por este período, la destilación era empleada para separar y recuperar alcohol, agua, vinagre, esencias, aceites, entre otros compuestos. Libavius describe un destilador provisto con una cabeza enfriada con aire capaz de

remover de manera simultánea cinco corrientes laterales. En 1624 Donato d'Eremita describe una destilación por lote con destilador con una cabeza fraccionadora. Boyle destila alcohol de madera y vinagre, recuperando varias fracciones de acuerdo a su punto de ebullición, ésta fue probablemente la primera destilación analítica. Cerca del final del siglo XVIII se introdujeron innovaciones importantes como el uso de vapor como agente de calentamiento, se inventa el casquete de burbujeo que permite que una corriente introducida por debajo de un plato pueda recuperar el alcohol de la mezcla líquida. En 1830 *Coffee* desarrolla un destilador continuo que contiene platos perforados, precalienta la alimentación y hay reflujo interno. Posteriormente se han logrado desarrollos importantes en el proceso de destilación en la industria química y de bebidas alcohólicas mediante la racionalización y organización de aplicaciones matemáticas al diseño de procesos de fraccionamiento, con el entendimiento de la termodinámica de los equilibrios vapor-líquido y el comportamiento de fase en sistemas no ideales binarios y multicomponentes; mejoramiento en el diseño para lograr contacto más efectivo para alcanzar una etapa de equilibrio más rápido; optimización mediante mejoramiento de diseños de equipo; todo enfocado a tener procesos más rentables (Van Winkle, 1967; Wankat, 2008).

1. Fundamento

El principio básico de la destilación es lograr que un líquido tenga un contacto íntimo con un vapor para que exista transferencia de masa entre las fases que coexisten. La fuerza que dirige la transferencia de masa interfacial es el esfuerzo de cada sistema por alcanzar un estado de equilibrio entre la fase líquida y fase vapor de un compuesto.

Por lo tanto, un conocimiento apropiado del equilibrio vapor líquido es esencial para el diseño de un proceso de destilación. En una unidad de des-

tilación, el líquido está en su punto de ebullición y el vapor está en su punto de rocío. Una mezcla líquida está en su punto de ebullición si la suma de las presiones parciales de todos sus componentes es igual a la presión total del sistema. Por lo que una mezcla líquida se aproximará al punto de ebullición, ya sea elevando la temperatura o disminuyendo la presión. De manera análoga, una mezcla de vapor alcanza el punto de rocío por decremento de la temperatura o aumento de la presión. La región entre los puntos de ebullición y de rocío es utilizada en los procesos de destilación. En destilación, las concentraciones del vapor y del líquido deben ser diferentes para lograr separar los componentes de la mezcla. (Stichlmair, 2010).

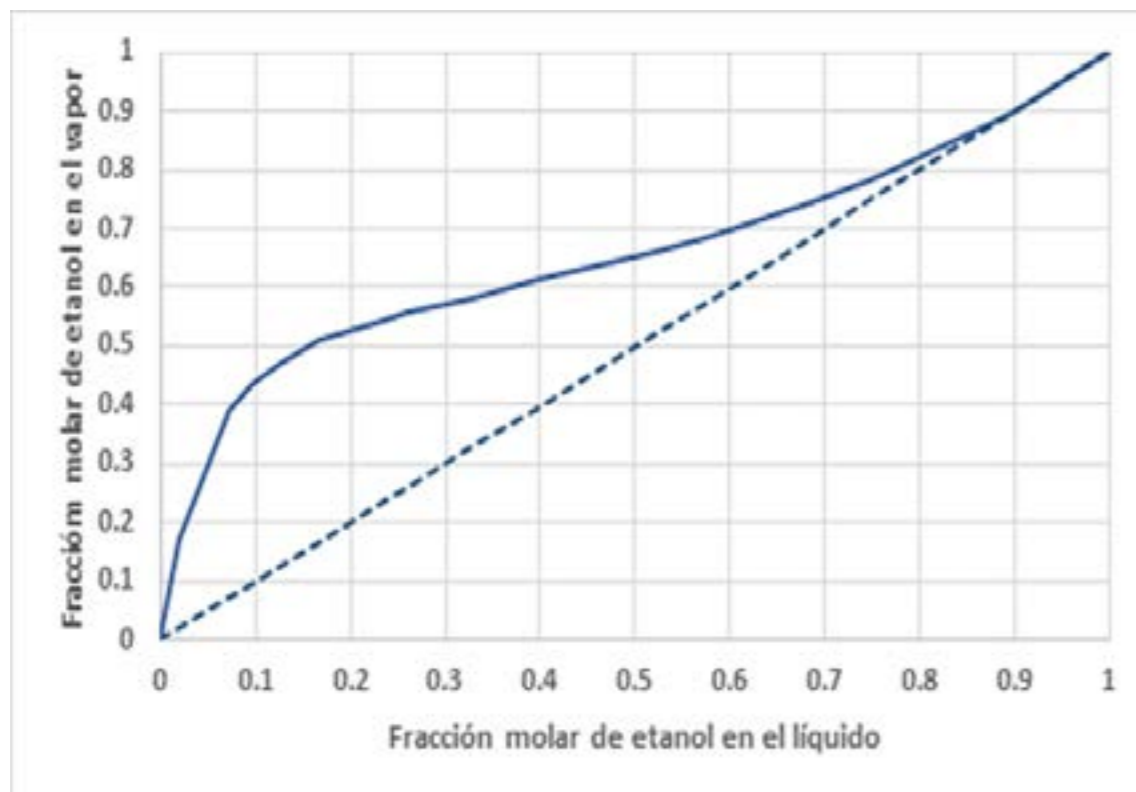


Figura 1. Diagrama de equilibrio de las fracciones molares del sistema etanol-agua a una atmósfera de presión. (Fuente Wankat, 2008).

En la figura 1 se muestra el diagrama para la mezcla binaria etanol-agua, indicando las fracciones molares del etanol, tanto en la fase líquida como en la fase vapor a presión constante (línea continua de la figura 1) Si se traza

una línea a 45 grados (línea discontinua de la figura 1), el punto donde se intersecta con la curva de equilibrio indica la presencia de un azeótropo. La detección de azeótropos es de suma importancia para la destilación, ya que en este punto las fases vapor y líquido tienen la misma concentración y por lo tanto, se comporta la mezcla como si fuera un compuesto puro; en consecuencia, ya no es posible separar los componentes bajo estas condiciones. Aquellos puntos que no están sobre la curva representan sistemas que pueden tener líquido y vapor al mismo tiempo, pero no están en equilibrio (Wankat, 2008).

Otra representación útil es la gráfica de temperatura contra composición molar. En la figura 2 se muestra el diagrama de equilibrio para la mezcla binaria etanol-agua.

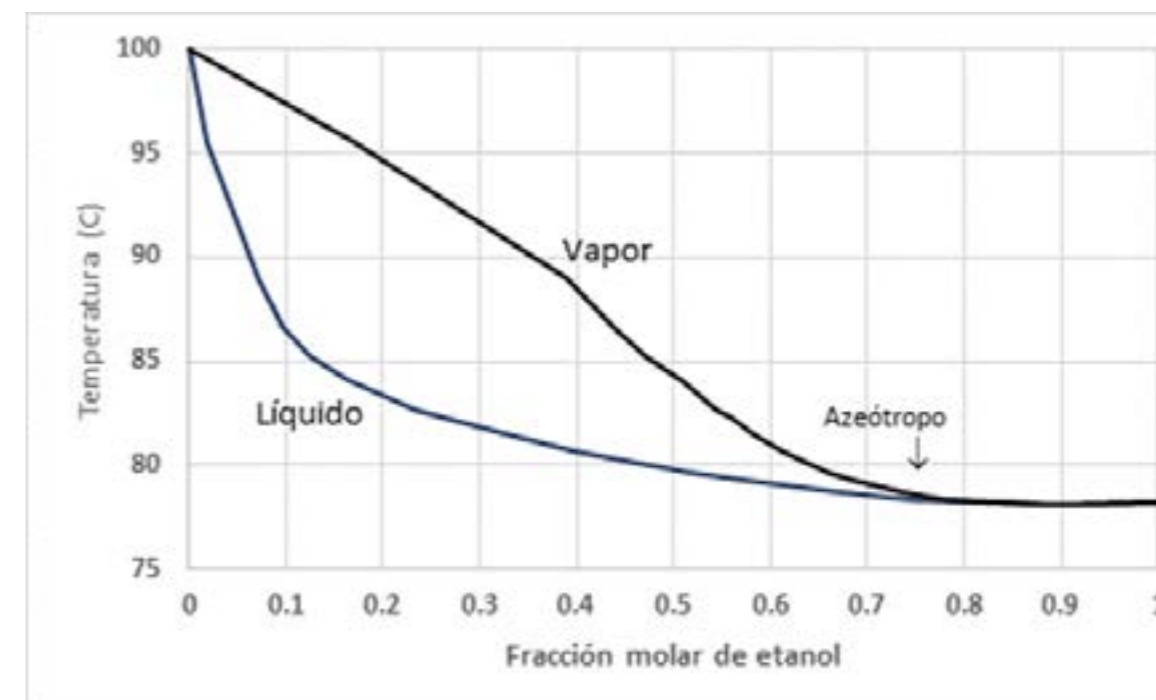


Figura 2. Diagrama de equilibrio temperatura - composición molar del sistema etanol-agua a una atmósfera. (Fuente: Wankat, 2008).

En el diagrama se observan dos curvas, una que corresponde a la fracción líquida (línea de líquido saturado) y la otra por encima de la primera, corresponde a la fracción vapor (línea de vapor saturado) en función de la tem-

peratura a presión constante. Un punto por debajo de la curva de líquido saturado representa un líquido subenfriado (líquido por debajo de su punto de ebullición), mientras que un punto por encima de la curva de saturación de vapor será un vapor sobrecalentado. Los puntos entre las dos curvas de saturación representan corrientes formadas por líquido y vapor al mismo tiempo. Si se dejan separar, esas corrientes producirán un líquido y un vapor en equilibrio. El líquido y el vapor en equilibrio deben estar a la misma temperatura; por consiguiente, esas corrientes estarán unidas por una isoterma horizontal. En la figura 2 se observa la formación del azeótropo, donde, a partir de la formación de éste, sólo se observa una línea que indica que la composición de la fase líquida y la fase vapor son la misma. (Wankat, 2008).

De acuerdo a lo anterior, en el equilibrio, las dos fases (vapor y líquida) que coexisten, tienen la misma temperatura y la misma presión total. La presión parcial en la fase vapor está determinada por la Ley de Dalton:

$$p_i = y_i P \quad (1)$$

donde: p_i es la presión parcial del componente i , y_i es la fracción mol del gas i , P es la presión total del sistema.

La presión parcial en la fase líquida está dada por la Ley de Raoult

$$p_i = \gamma_i x_i \pi_i^0 \quad (2)$$

donde: γ_i es el coeficiente de actividad, x_i es la fracción molar del líquido i , π_i^0 es la presión parcial inicial del componente i .

Bajo condiciones supercríticas de temperatura, la presión parcial en la fase líquida está descrita por la Ley de Henry

$$p_i = \gamma_i x_i H_{i,j} \quad (3)$$

donde: $H_{i,j}$ es la constante de Henry para el compuesto i contenido en j . El coeficiente de actividad para mezclas ideales es uno, para mezclas no ideales pueden ser tanto mayor como menor a uno. (Stichlmair, 2010).

2. Técnicas y equipos de destilación

Las técnicas de destilación empleadas comúnmente en la producción de Tequila son tres: diferencial, fraccionada en continuo y fraccionada por lotes. La importancia del empleo de estas técnicas radica en la determinación del perfil sensorial del producto y la eficiencia del proceso.

La mayoría de tequileras aplican la destilación por lote o diferencial, pese a que las columnas de destilación son más eficientes, pudiendo realizar la destilación del mosto fermentado en un sólo paso. Esta última práctica no es permitida en la elaboración de Tequila por la norma NOM-006-SCFI-2006, donde se especifica la necesidad de la doble destilación.

Destilación diferencial. También conocida como destilación simple por lotes, donde primero se introduce el líquido en un recipiente de calentamiento. La mezcla líquida se calienta lentamente hasta que hierve y los vapores se extraen con la misma rapidez con que se forman, enviándolos a un condensador donde se recolecta el vapor condensado (destilado). La primera porción de vapor condensado es más rica en el componente más volátil de la carga líquida. A medida que se procede con la vaporización, el producto vaporizado es más pobre en el componente más volátil. La composición del recipiente varía con el tiempo. (Geankoplis, 1998).

En la industria tequilera, la destilación diferencial es la técnica más utilizada y se lleva a cabo en alambiques.

Los principales elementos de un alambique son: fuente de calentamiento, hervidor, capitel, cuello de cisne, condensador (Nicol, 2003).

La fuente de calentamiento más común es el calentamiento indirecto con vapor de agua. Para conservar la energía, la tubería debe estar aislada para evitar pérdidas de calor por radiación, además de ser un medio para proteger de posibles quemaduras al tocar la tubería por accidente.

Hervidor, es la olla o recipiente donde se coloca la mezcla líquida a destilar. El volumen debe ser suficiente para asegurar que el serpentín que conduce el vapor para el calentamiento del mosto fermentado u ordinario, según el

caso, permanezca totalmente sumergido durante la destilación, dicho serpentín se localiza en el fondo. Por otro lado, el área de calentamiento del serpentín debe ser capaz de controlar la transferencia de calor a través de su pared hacia la mezcla líquida. La forma del recipiente puede ser variable, aunque tienden a ser cilíndricos. El hervidor está equipado con una llave compartida entre las válvulas de aire, descarga y carga. Lo cual asegura que la válvula del aire seguida de la válvula de descarga pueda ser abierta para prevenir un colapso o una descarga accidental del destilador. Para cargar el equipo, se cierra la válvula de descarga, seguido de la abertura de la válvula de carga y finalmente se cierra la válvula del aire para completar la carga y aplicar calor. En el hervidor se tiene un registro-hombre para su limpieza.

Capitel, es la parte que se encuentra encima del cuerpo del hervidor, cuya longitud es variable, con una forma ligeramente cónica o totalmente recta. En la base puede tener una forma parecida a una linterna o bien como una cebolla. Los productos volátiles, al aumentar la temperatura, ascenderán al capitel, cuyo volumen debe evitar que los vapores condensen cuando se opera en forma diferencial. Cobra una mayor importancia para las destilaciones fraccionadas en lote, donde existe condensación de componentes volátiles que regresan al hervidor y nuevamente son destilados.

Cuello de cisne, es la extensión del capitel, que puede tener una forma ligeramente curva o recta. Su función es conducir los vapores hacia el sistema de condensación. El largo del cuello dictará el grado de reflujo dentro del destilador.

Condensador, es el recipiente que contiene un tubo largo en forma de espiral que forma el refrigerante, el cual está bañado por agua fría para condensar los vapores destilados y obtenerlos en forma líquida. El agua se alimenta por la parte baja y asciende para salir por la parte alta. En algunos alambiques se coloca una lenteja o desflemador para realizar una condensación previa de los vapores antes de entrar al refrigerante.

Destilación fraccionada en continuo. La rectificación (fraccionada) o destilación por etapas con reflujo se puede considerar como un proceso de una serie de etapas de vaporización instantánea, de manera que los productos gaseosos y líquidos de cada etapa fluyen a contra-corriente. El líquido de una etapa fluye a la etapa inferior y el vapor de una etapa fluye hacia arriba a la etapa superior. Por consiguiente, en cada etapa entra una corriente de vapor y una corriente líquida que se mezclan y alcanzan su equilibrio, de dicha etapa sale una corriente de vapor y una corriente de líquido en equilibrio. En una columna de destilación, las etapas (generadas en los casquetes de burbujeo o platos) de una torre de destilación, están distribuidas verticalmente. La alimentación entra a la columna aproximadamente en su zona media, de tal manera que la concentración del componente más volátil va aumentando en el vapor de una etapa a la superior siguiente y disminuye el líquido de una etapa a la inferior siguiente. El vapor final que sale por la parte de arriba se envía a un condensador y se extrae una porción del producto líquido (destilado), que contiene una alta concentración del compuesto más volátil. El líquido remanente en el condensador regresa (refluye) al plato superior. El líquido que sale por el plato inferior entra a un hervidor, donde se vaporiza parcialmente, y el líquido remanente, que es pobre en el compuesto más volátil, se extrae como producto líquido. El vapor del hervidor regresa a la etapa o plato inferior. (Geankoplis, 1998).

Destilación fraccionada por lotes. Es una destilación con varias etapas, donde, sobre el hervidor se coloca una columna de platos. En la operación de este sistema de destilación multietapas, el destilado se retira continuamente del sistema hasta que termina la destilación. Este tipo de destilación se utiliza cuando el equilibrio de una sola etapa no alcanza la concentración deseada del destilado y al mismo tiempo una concentración baja en los fondos. (Wankat, 2008).

3. Proceso de destilación del Tequila

La destilación en el proceso de producción de Tequila involucra la separación y concentración del etanol del mosto fermentado además de productos secundarios deseables (congéneres). El proceso se realiza en dos etapas, aunque en el mercado se encuentran productos obtenidos por triple destilación.

Aunque un gran número de tipos de destilación son posibles de aplicar, los más comunes en la industria tequilera son el alambique y la columna de rectificación, siendo el alambique el más usado por la mayoría de las empresas productoras de Tequila. En cuanto al arreglo de las dos etapas de destilación se puede tener alambique y torre de destilación, o bien, a la inversa, o utilizar sólo alambiques o sólo columnas de destilación.

La materia prima de partida es el mosto fermentado o “mosto muerto”, que contiene partículas sólidas consistiendo principalmente de fibras de agave (celulosa, pectina), levaduras, proteínas, sales minerales y algunos ácidos orgánicos, con un contenido alcohólico entre 4 y 10% en volumen. La práctica de la destilación diferencial en alambique simple recomienda que el volumen de carga en el hervidor sea el equivalente de 1/2 a 2/3 aproximadamente de su volumen nominal. Los volúmenes del hervidor varían de 150 a 5000 litros.

El proceso de destilación se inicia cuando el mosto muerto se bombea a un alambique y se destila hasta obtener riquezas alcohólicas entre 25% y 30% de volumen de alcohol. (Cedeño Cruz y Álvarez-Jacobs, 1999). El mosto se calienta a temperaturas entre 95° y 96° C, provocando que el etanol de la mezcla hierva y se separe de la misma. A esta primera etapa se le conoce como destrozamiento y el producto alcohólico colectado ordinario.

En algunas compañías separan el primer volumen de destilado, denominado cabezas, y este corte es reciclado al mosto fermentado o bombeado a un tanque de almacenamiento de cabezas y colas.

Los tiempos de operación para el destrozamiento están en función de la

velocidad de destilación. Un ejemplo es la duración de 1.5 a 2 horas para alambiques con una capacidad de 100 a 200 litros. Pese a que se puede utilizar equipo de mayor tamaño, ya que el objetivo del destrozamiento es recuperar la mayor cantidad de etanol, la experiencia indica que el tamaño del alambique afecta las propiedades organolépticas del Tequila.

El ordinario se somete a una segunda destilación donde el producto final (Tequila blanco) tiene un contenido alcohólico alrededor de 55% en volumen. (Cedeño Cruz y Álvarez-Jacobs, 1999). Esta etapa se denomina rectificación y su objetivo es enriquecer el contenido de etanol del ordinario, además de recuperar los compuestos organolépticos que caracterizan a un Tequila.

La rectificación inicia con una fracción destilada con un contenido de etanol entre 75-80% en volumen, que forma las cabezas, la cual es descartada. La destilación continúa para recuperar el corazón del destilado (segunda fracción), hasta que el destilado tiene un contenido de alcohol entre 15 y 20% en volumen, momento en que se corta el proceso. Durante la rectificación, el contenido de alcohol va disminuyendo poco a poco, mientras el contenido de agua y otros compuestos aumenta en el destilado. El residuo de la destilación forma las colas. Posteriormente, el Tequila se trata de acuerdo al tipo de producto deseado: Tequila blanco, Tequila reposado o Tequila añejo.

El separar la fracción corazón de las fracciones cabezas y colas permite obtener aquella fracción con los niveles de concentración adecuados de congéneres, que de otra forma impedirían lograr un producto con las características organolépticas deseadas y podrían también constituir un riesgo a la salud humana.

Las cabezas y colas del destrozamiento contienen etanol y compuestos organolépticos que contribuyen al cuerpo y aroma del Tequila. En algunas tequileras se redestilan para recuperar compuestos que ayudan al carácter del Tequila, mientras en otras se descartan.

La velocidad de suministro de energía al alambique que determina el tiempo de destilación y el perfil de la concentración de etanol en el destilado

junto con los congéneres. Los perfiles de congéneres pueden ser utilizados para definir los cortes de cabezas y colas. Algunas tequileras destrozán calentando a 90° C, mientras la rectificación la efectúan de 95° a 100° C. En los sistemas continuos de destilación, el mosto muerto entra a la columna por el plato de alimentación y fluye hacia abajo, cruzando una serie de bandejas o platos. El vapor que calienta a la columna de destilación es inyectado desde el fondo por un serpentín y va separando los componentes volátiles del mosto a lo largo de la columna. Los vapores generados se condensan en la parte superior de la columna, dependiendo de la volatilidad del componente, lo que permite que los componentes líquidos sean extraídos o reciclados, según sea el caso. En algunas empresas el Tequila obtenido por este medio es mezclado con Tequila obtenido en alambique para balancear la cantidad de compuestos organolépticos, porque en general, el producto obtenido por destilación en columnas continuas tiene menor aroma y sabor que el obtenido en alambique. (Cedeño Cruz y Álvarez-Jacobs, 1999).

Respecto a este último punto, las condiciones bajo las cuales se realiza la destilación son importantes en la calidad del Tequila. Prado Ramírez, (2014) compara la composición del Tequila obtenido por diferentes técnicas de rectificación al emplear el mismo ordinario como punto de partida. Las comparaciones son de una columna de destilación donde se varía el plato de alimentación, dos opciones diferentes, con respecto al uso de un alambique para desarrollar una destilación diferencial. Los resultados indicaron que el contenido de etanol fue mayor en las columnas continuas de destilación (64.7% y 84.3% en volumen) que en el alambique (56% en volumen), la concentración de acetaldehído fue menor en el alambique, mientras en los contenidos de alcoholes superiores y metanol no hay tendencia en función de la técnica de destilación utilizada. Esto abre la posibilidad de explorar la operación de la destilación continua para mejorar las propiedades organolépticas del producto obtenido por esta técnica.

4. Los congéneres en la destilación

Los congéneres en su mayoría son producidos básicamente durante el proceso de fermentación, derivados del metabolismo de las levaduras además del etanol. Por lo que el mosto, al final de la fermentación, es una compleja mezcla de agua, etanol y cientos de compuestos orgánicos minoritarios. Al conjunto de estos últimos se les denomina congéneres y son de suma importancia, ya que definen la personalidad del producto final. Su formación varía dependiendo de factores como la cepa de levadura empleada en la fermentación, composición de nutrientes del mosto, tiempo de fermentación y técnica de destilación. (Cedeño Cruz y Álvarez-Jacobs, 1999).

Durante la destilación las reacciones químicas se ven favorecidas por la temperatura, por lo que, reacciones que a temperatura de fermentación no se presentan, pueden ocurrir durante el calentamiento.

Algunas de estas reacciones son la formación de ésteres por la reacción de ácidos orgánicos y alcoholes, reacciones de oxidoreducción que convierten aldehídos a ácidos orgánicos o son reducidos a alcoholes. Muchas de estas reacciones se favorecen por la presencia de cobre, que funciona como un catalizador, y la magnitud de dichas reacciones son función del tiempo de contacto, que a su vez depende de la forma y tamaño del destilador y la velocidad de destilación. También se presentan reacciones de Maillard y producción de furfurales, aunque las concentraciones formadas no son equiparables a la etapa de cocimiento y se producen en menor escala. Los compuestos de azufre sufren pirólisis causando la formación de tioles, tiofenos y polisulfuros. El cobre es capaz de remover sulfuros y mercaptanos.

Las cantidades absolutas y relativas de los compuestos volátiles van cambiando durante la destilación, si bien el punto de ebullición indica cuándo se volatiliza un líquido, los coeficientes de partición varía con la concentración de etanol, lo que provoca que la separación de los compuestos volátiles no dependa exclusivamente de su punto de ebullición. Esto explica el mayor

contenido de metanol en las colas, cuando por su punto de ebullición se esperaría fuera eliminado en las cabezas. Mientras que el alcohol isoamílico se detecta en mayor concentración en las cabezas. (Prado Ramírez, 2014).

Los cortes de cabezas y colas regulan en gran medida las concentraciones de estos compuestos en los productos refinados. En general, los ésteres, aldehídos, mercaptanos y alcoholes de fusel prevalecen en las cabezas y el corazón del destilado. Los ácidos orgánicos, ésteres de ácidos grasos, compuestos de azufre y fenoles predominan en la fracción de las colas.

Las colas contienen compuestos de altos puntos de ebullición como alcohol isoamílico, alcohol amílico, 2-furaldehído, ácido acético y lactato de etilo, que imparten sabores pronunciados al Tequila, si su concentración es mayor a 0.5 mg/mL, el producto final es desagradable. (Cedeño Cruz y Álvarez-Jacobs, 1999).

A continuación se muestran ejemplos de compuestos clasificados como congéneres ordenados en orden creciente de su punto de ebullición: acetaldehído (20.8), acetona (56.2), metanol (64.7), acetato de etilo (77), 2-propanol (82), 1-propanol (97.1), agua (100), isobutanol (108), 1-butanol (117.7), ácido acético (117.9), 2-metil-1-butanol (125.7), alcohol amílico (131.2), 3-metil-1-butanol (131.2), lactato de etilo (151), furfural (161.7), benzaldehído (179), octanoato de etilo (206), decanoato de etilo (241). (Iñiguez 2010a, Claus y Berlund 2005).

5. Materiales de construcción de equipos de destilación

Los alambiques y columnas de destilación tradicionalmente se han fabricado con cobre, debido a la capacidad de este metal para remover compuestos orgánicos asociados a malos aromas. Los mercaptanos y tioles son compuestos desagradables al gusto y olfato que son percibidos a concentra-

ciones muy bajas, en partes por millón, además enmascaran aromas frutales en los productos destilados. (Gardner, 2013). El cobre durante la destilación tiene actividades como catalizador, lo que explica su capacidad para modificar formas de azufre, por ejemplo el sulfuro de hidrógeno reacciona con el etanol para producir etilmercaptano; tioles y mercaptanos son transformados en compuestos disulfuro, que forman complejos con el cobre; los tioles reaccionan con aldehídos para formar especies de tioacetales, que son compuestos menos volátiles que no son recuperados en el corazón del destilado; favorece la producción de ésteres; y precipita lípidos. (López Viquez, 2011). Sin embargo, estudios de corrosión durante la etapa de destilación en el procesamiento del Tequila han demostrado que el cobre presenta una alta velocidad de corrosión, donde factores tales como pH ácido (de 3.5 a 4.9), alta temperatura, presencia de oxígeno, cloruros o compuestos orgánicos, están implicados y forman parte de cualquier mosto tequilero (Carreon-Alvarez et al., 2012). Este fenómeno ocasiona que el contenido de cobre rebase el valor máximo permitido por la norma NOM-142-SSA1-1995, que es de 2 mg/L. Otro problema del cobre es su asociación con la formación de etilcarbamato, compuesto restringido por los problemas salud que ocasiona, que se forma por la descomposición térmica de la urea en ácido isocianúrico que, en presencia de cobre, da lugar al carbamato. Ensayos utilizando resinas de intercambio para eliminar cobre de un destilado recién obtenido, mostró ser efectivo en la prevención del etilcarbamato cuando el proceso se realizaba sin tratamiento, en el destilado recién obtenido su contenido de carbamato era de 0.8 mg/L, después de 48 horas la concentración aumentaba cinco veces (Freire Bruno, 2012).

El material alternativo de construcción de destiladores es el acero inoxidable 304, el cual es un material relativamente inerte comparado con el cobre. Sin embargo, tiene el inconveniente de la calidad aromática del producto que se obtiene. Una modificación práctica para conservar los beneficios del cobre es emplearlo sólo en algunas partes del destilador, como por ejemplo en el colector o en el serpentín de calentamiento en el interior del alambique, mientras el resto del equipo es de acero inoxidable. En otros

casos, el destrozamiento se realiza en equipo de acero inoxidable y para la rectificación se emplea equipo de cobre. A este respecto, Harrison et al. 2011 concluye que el cambio del condensador en un alambique rectificador de acero inoxidable por cobre no tiene ningún efecto en la disminución de compuestos azufrados, pero si cuando se coloca en otras partes como por ejemplo en el hervidor. Por lo tanto, el cambio de la sección del destilador de acero inoxidable por cobre debe ser determinado experimentalmente, considerando el mejor impacto en las propiedades organolépticas del destilado y un contenido de cobre que cumpla la norma.

Curva de equilibrio etanol-agua

Para analizar el funcionamiento de un destilador diferencial considere la figura 3 donde se muestra un diagrama de equilibrio vapor – líquido para la mezcla etanol-agua, donde se expresan los contenidos de etanol en porcentaje volumen. Esta es la forma en que comúnmente se mide el contenido alcohólico durante el proceso de destilación. Si se calienta una solución acuosa al 5% de volumen de etanol (punto a) hasta una temperatura de 95 C (punto b), donde la mezcla alcanza su punto de ebullición. Las características del primer vapor generado por la ebullición de esta mezcla corresponden a 95 C sobre la línea de vapor saturado (punto c), trazando la isoterma de la línea de líquido a la línea vapor. El porcentaje de volumen de etanol en el vapor es de 41%, que será el contenido del condensado (punto d) obtenido de dicho vapor, obteniéndose una mezcla líquida más rica en etanol que la alimentación original. La concentración de etanol, por su parte, de la mezcla original residual se localizará a la izquierda del punto inicial, debido a que el contenido disminuye. (Iñiguez, 2010a).

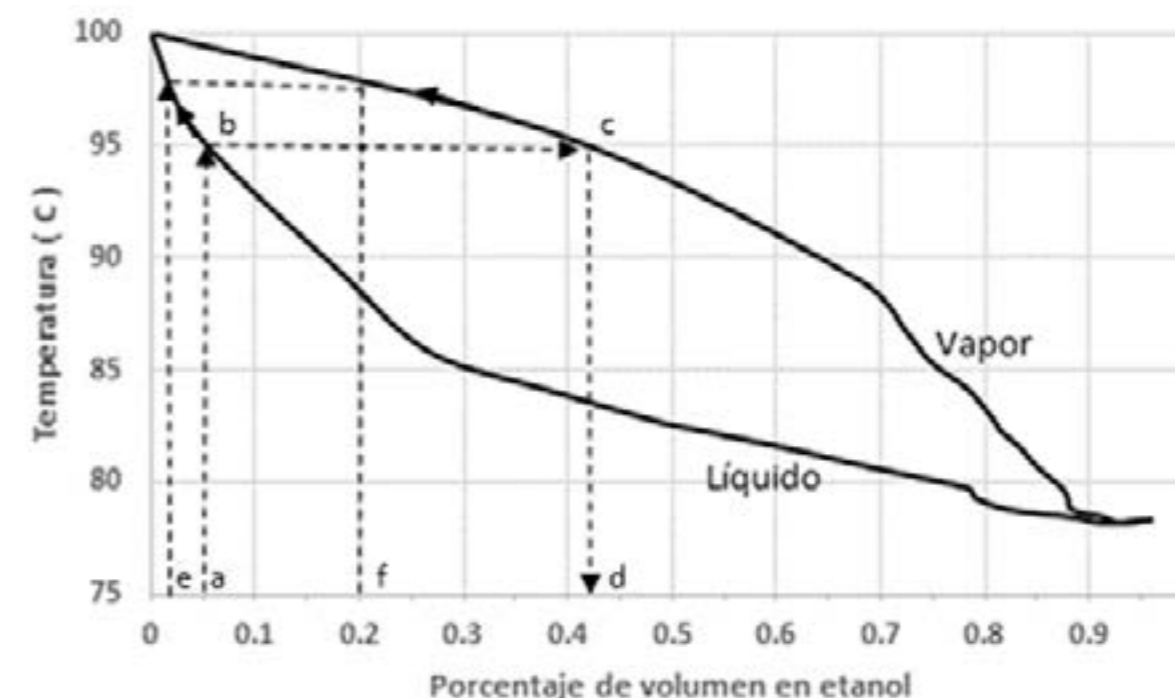


Figura 3. Gráfica de equilibrio para el sistema etanol-agua a una atmósfera. (Fuente Iñiguez, 2010a).

Si la ebullición se sostiene en esta nueva condición, la concentración alcohólica de la fase vapor generada será menor respecto a la anterior. En consecuencia, la fase líquida condensada tendrá una concentración alcohólica menor. Al transcurrir la destilación, por un lado decrece la cantidad de mezcla destilada, mientras crece la del destilado, y por otro, las concentraciones de etanol, tanto de la mezcla como del destilado, decrecen. Esta última consideración es la que indican las puntas de flecha en la figura 3. Si el punto final de la destilación fuera una mezcla de concentración como la representada por el punto e, entonces la concentración del último vapor generado sería la del punto f, y la concentración promedio del destilado colectado correspondería a algún valor acotado por las concentraciones d y f. (Iñiguez, 2010a). En la obtención de etanol puro en una destilación, el ciclo de ebullición y condensación se repite varias veces hasta obtener el componente puro. En el caso específico de la mezcla etanol-agua no es posible obtener etanol puro, ya que se forma un azeótropo, por lo que la mezcla en

esta condición se comporta como un compuesto puro, esto es, no hay diferencia en composición entre la fase líquida y la fase vapor de la mezcla. El punto de ebullición del etanol, al mezclarse con agua, se incrementa a 88°-90° C, lo cual dificulta más la separación por destilación. La temperatura depende de la altitud, disminuyendo al aumentar ésta.

Comportamiento de la destilación diferencial y la ecuación de Rayleigh.

El comportamiento de una mezcla binaria en un sistema de destilación se puede analizar realizando balances de masa alrededor de todo el sistema durante el tiempo total de operación, esto es (Wankat, 2008):

$$F = W_{\text{final}} + D_{\text{total}} \quad (4)$$

$$F x_F = x_{W_{\text{final}}} W_{\text{final}} + D_{\text{total}} x_{D_{\text{prom}}} \quad (5)$$

Donde: F es la alimentación (Kgmol); x_F , $x_{W_{\text{final}}}$, $x_{D_{\text{prom}}}$ son las fracciones molares del componente más volátil en la alimentación, en el líquido final del hervidor o vaporizador y en el destilado, respectivamente; W_{final} cantidad final de líquido en el hervidor (Kgmol), D_{total} es la cantidad de destilado (Kgmol).

Las ecuaciones (4) y (5) para ser resueltas requieren de otra ecuación más para calcular las incógnitas D_{total} , W_{final} y $x_{W_{\text{final}}}$ ($x_{D_{\text{prom}}}$). Esta ecuación adicional es la ecuación de Rayleigh, la cual se deduce con un balance diferencial de masa. Por lo que, si sale del sistema una cantidad diferencial de material, $-dW$, con una concentración x_D , el balance diferencial de masa es:

$$- \text{Salida} = \text{acumulación en el hervidor} \quad (6)$$

$$-x_D dW = -d(W x_W) \quad (7)$$

$$-x_D dW = -x_W dW - W dx_W \quad (8)$$

Ordenando e integrado la ecuación 8 (9)

de donde (10)

Esta última expresión representa la ecuación de Rayleigh. Pese a que el tiempo no aparece de manera explícita, está presente de manera implícita en W , x_W y x_D , que cambian con el tiempo.

En un sistema de destilación intermitente binario simple, como el sistema etanol-agua, el vapor producto está en equilibrio con el líquido en el hervidor en todo momento. Como se usa un condensador total, $y = x_D$.

Al sustituir en la ecuación (10) se tiene (11)

donde ahora y y x están en equilibrio y la ecuación en equilibrio es $y = f(x, p)$.

La solución de la ecuación de Rayleigh permite conocer W_{final} , por lo que las incógnitas restantes se calculan con

(12)

(13)

Si la ecuación de equilibrio se da en forma de volatilidad relativa constante α , la expresión de equilibrio está dada por

(14)

Sustituyendo en la ecuación de Rayleigh y resolviendo se tiene que (15)

La volatilidad relativa está dada por:

(16)

Para un sistema binario se convierte en:

(17)

Ahora bien, el maestro destilador debe cuidar la velocidad de destilación y reconocer los puntos donde se deben realizar los diferentes cortes, ya que de ello depende la calidad del producto final. Junto a la experiencia adquirida, la determinación del contenido de etanol por probeta de las fraccionadas

destiladas en las etapas de destrozamiento y rectificación, ayuda a decidir el momento de realizar los cortes (cabezas, corazón y colas). Iñiguez 2010b realizó pruebas de destilación diferencial donde demuestra que la aplicación de la ecuación de Rayleigh es una herramienta útil para dar seguimiento a la destilación de un mosto. Pese a que se tienen diferentes criterios en la operación del alambique, tales como la concentración alcohólica del destilado saliendo del condensador, o del líquido en la olla, o la concentración alcohólica del destilado acumulado, o el porcentaje de volumen de destilado o fracción acumulada, todos ellos convergen en el criterio de la lectura de etanol en la probeta del destilado que se va recuperando. La evolución experimental en una destilación diferencial, tanto de las cantidades como de las concentraciones de la mezcla alcohólica en la olla o retorta de destilación y el destilado colectado, se pueden realizar paso a paso y con razonable precisión integrando la ecuación de Rayleigh. Para lograr este acercamiento es necesario que se cumplan las siguientes consideraciones: que todo el vapor que abandona el líquido en la olla lo haga en condiciones de equilibrio, la condensación tiene lugar única y exclusivamente en el condensador, y que las cargas a destilar son consideradas mezclas de etanol y agua.

En la práctica las condiciones anteriores pueden ser logradas, la primera de ellas es controlando la velocidad de destilación, la cual debe ser lo suficientemente lenta para llegar al equilibrio vapor-líquido, este hecho da la característica de “ideal” a la destilación diferencial. La lectura de la temperatura en la cámara de vapor, no es un criterio apropiado para decidir cortes en destilación, pero es un dato auxiliar fundamental para llevar el control adecuado de la velocidad de destilación, evitando de esta manera velocidades excesivas que propicien el arrastre de compuestos indeseados al destilado, o bien, producir taponamientos en el condensador o el brazo conector, con el peligro de desarrollar presiones excesivas en el hervidor. Velocidades excesivas de destilación no permiten el tiempo de contacto suficiente para el equilibrio de fases, lo que puede conducir a concentraciones inferiores de etanol en el destilado recuperado. El tránsito de estas consideraciones

cuantitativas, a especificaciones precisas de la velocidad de destilación, debe determinarse in situ.

La segunda condición implica una destilación sin reflujo que se da por la condición de velocidad de destilación y la eficiencia de enfriar los condensados.

En la tercera condición debe tenerse en cuenta la presencia del contenido de los congéneres en la solución alcohólica, que son la razón de la operación mecánica de la destilación en cabezas, corazón y colas con objeto de recuperar algunos de ellos. No obstante, el hecho de que uno o más de los supuestos mencionados no corresponden a lo que es posible o realizable en la práctica, el análisis teórico basado en la ecuación de Rayleigh suministra un marco de referencia de precisión razonable con el cual comparar la operación real. (Iñiguez, 2010a).

Por lo tanto, el criterio para terminar la primera destilación o etapa de destrozamiento es cuando la concentración alcohólica en la probeta del ordinario recuperado en el instante está en el intervalo de 1% en volumen. Las lecturas de etanol en la probeta son instantáneas, esto es, se miden en la corriente de salida del destilado a un momento determinado. Continuar la destilación por debajo de estos valores es antieconómico en términos de tiempo y energía calorífica, además de la dilución de producto, en este punto lo que se destila es básicamente agua. (Nicol, 2003). El ordinario obtenido tendrá un contenido alcohólico promedio alrededor del 25% en volumen. La rectificación del ordinario para obtener Tequila inicia con el primer corte para generar las cabezas, el punto final del corte es cuando la concentración en la probeta es de 72% en volumen, valor cercano al calculado con la ecuación de Rayleigh. Bajo esta condición, la temperatura en cámara de destilaciones de 94.5° C, señalando el punto entre destilados fragantes y malolientes. Enseguida se comienza la recolección de la fracción corazón, que es el Tequila, hasta que la lectura de % de volumen alcohol en la probeta es de 59, que equivale de un 15 a 30% del volumen de ordinario destilado. Iñiguez, 2010c reporta que la recuperación de la fracción corazón

se inicia a 71.92% y termina en 59.5% de acuerdo a la ecuación de Rayleigh, recuperando un 22.9% del volumen del ordinario cargado.

Ordinarios con concentraciones mayores a 30% de alcohol en volumen no son recomendables, ya que fallan la prueba de turbidez, que se utiliza de manera complementaria a la medición de etanol en la probeta. La prueba de turbidez consiste en adicionar a la muestra de las cabezas de rectificación, en la probeta, agua hasta ajustar el % de alcohol en volumen a 45.7, cuando no hay turbidez, se inicia la colección de la fracción corazón. (Nicol, 2003).

Después de colectar la fracción corazón, se inicia la colección de colas por debajo de 60% en volumen de etanol y termina hasta 1% en volumen. Con el comportamiento reportado por Iñiguez se demuestra que la condición de etanol en la probeta es un criterio que engloba a otros, para fines prácticos, una vez que se fija la condición relativa al alcohol en la probeta para la operación de las etapas de la destilación, tanto la concentración de la fracción como el volumen colectado quedan determinados por intervalos de valores especificados. Sin embargo, el maestro destilador puede maniobrar para mejorar el proceso, por ejemplo, en algunos casos en la rectificación las primeras etapas se realizan a una menor velocidad que las finales.

Prado Ramírez 2014 recomienda la corrección de cálculos utilizando coeficientes de actividad, dado que el mosto fermentado y el ordinario en los procesos de producción Tequila representan mezclas complejas multicomponentes debido a la gran cantidad de compuestos polares, pueden ser consideradas como no ideales. Para determinar el coeficiente de actividad de un componente de la disolución necesitamos conocer su composición en el equilibrio en ambas fases, la presión total y la presión de vapor del componente puro a la temperatura de ebullición de la mezcla.

Conclusiones

Las condiciones de operación de un destilador están íntimamente relacionadas con la calidad del Tequila que se obtenga después de esta etapa. Un mosto fermentado con buenas cualidades de sabor y aroma puede ser malogrado después de un proceso de destrozamiento y rectificación no apropiado. Un factor clave para una buena destilación es la velocidad, que debe permitir que se tenga el tiempo suficiente para lograr el equilibrio entre las fases vapor y líquido que favorezca la transferencia de masa y conlleve a la recuperación de los congéneres que proporcionan notas agradables al Tequila. En la práctica esto viene acompañado con la determinación del momento o el punto donde se deben realizar los diferentes cortes de cabezas, corazón y colas del destilado, de tal manera que los congéneres apropiados sean recuperados o minimizando aquellos que son indeseables. Estos puntos de corte pueden ser relacionados con la ecuación de Rayleigh cuando se operan alambiques por lotes con rangos de valores de porcentaje de etanol en volumen establecidos prácticamente, de tal manera que con la medición del porcentaje de alcohol del destilado obtenido a un tiempo con la probeta, se garantice la calidad del producto destilado, de acuerdo a lo establecido en las normas legales, y lo más importante, el gusto del cliente. Esta operación es válida y recomendable tanto para la etapa de destrozamiento como la de rectificación.

Perspectivas

La destilación es una operación unitaria crítica en el proceso de producción de Tequila ya que, por un lado debe ser planeada de tal forma que mantenga aquellos atributos sensoriales apropiados para un producto, generados en las operaciones previas, pero tal vez más importante es lograr corregir aquellos defectos generados previamente por la materia prima o el mal pro-

cesamiento de la misma, para lo cual se deben realizar investigaciones que ayuden a definir cuál es el papel que tiene el cobre sobre las reacciones que se llevan a cabo en su presencia durante la destilación, caracterizando por separado cada etapa para determinar si son los mismos, si la generación de compuestos problema en el destrozamiento como los azufrados pueden ser removidos en la rectificación.

El entendimiento de la acción del cobre permitiría saber en qué proporción es necesario su uso y en qué parte del proceso, para aprovechar sus propiedades benéficas en la eliminación de malos olores y sabores, pero sin rebasar los límites permitidos por la norma, además de los defectos que causa al Tequila una vez que está en la bodega o en el anaquel. Otra línea de investigación de aplicación práctica es la caracterización del funcionamiento de las columnas de destilación para lograr un Tequila balanceado sensorialmente hablando, donde puedan ser reducidos o enriquecidos congéneres en función de la calidad y personalidad de un producto. Esto permitiría tener mayores productividades. Al igual que en el caso presentado, siempre es posible relacionar los cálculos teóricos con el desempeño práctico de un equipo bajo ciertas condiciones, las cuales deben plantearse desde una perspectiva donde puedan ser cubiertas en su mayoría con la operación experimental. El estudio de los azeótropos formados con los congéneres es un punto importante a desarrollarse en la búsqueda de procesos más eficientes en la producción de un Tequila que garantice una personalidad sensorial atractiva que, en cierto grado, sea independiente de la calidad de la materia prima, el agave.

Bibliografía

- Carreón-Alvarez, A., Castañeda Valderrama, R., Avalos Martínez, J., Estrada-Vargas, A., Gómez-Salazar, S., Barcena-Soto, M., Casillas, N.(2012). Corrosion of Aluminum, Copper, Brass and Stainless Steel 304 in Tequila. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 7 (2012) 7877 – 7887
- Cedeño Cruz, M., Álvarez-Jacobs, J. (1999). Production of Tequila from agave: historical influences and contemporary processes. En “The Alcohol Textbook: A reference for the beverage, fuel and industrial alcohol industries” Ed. Jacques, K.A., Lyons, T.P., Kelsall, D.R. Nottingham University Press.
- Claus, M.J., Berglund, K.A. (2005). Fruit Brandy Production by Batch Column Distillation with Reflux. *Journal of Food Process Engineering*, 28: 53-67.
- Doherty, M.F., Fidkowski, Z.T., Malone, M.F., Taylor, R. (2008). Distillation. En “Perry’s Chemical Engineers” Eds. Green, D.L., Perry, R.H. McGraw-Hill.
- Freire Bruno, N.S.(2012).Distillation of Brazilian Sugar Cane Spirits (Cachaças), Distillation - Advances from Modeling to Applications, Dr. Sina Zereshki (Ed.), ISBN: 978-953-51-0428-5, InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/distillation-advances-from-model-ing-to-applications/-cacha-a-distillation-systems>
- Gardner, D. (2013). Wine Sensory Defects. Pennsylvania State University Extensión Enology.
- Geankoplis, C.J. (1998). Procesos de transporte y operaciones unitarias. 3a. Ed. CECSA.
- Harrison, B., Fagnen, O., Jack, F., Brosnan, J. (2011). The Impact of Copper in Different Parts of Malt Whisky Pot Stills on New Make Spirit Composition and Aroma. *J. Inst. Brew.* 117(1): 106-112.
- Iñiguez, J. (2010a). Algunas consideraciones teórico-prácticas sobre destilación intermitente en alambique simple de mostos fermentados y ordinarios. Parte 1: Algunas definiciones y conceptos importantes. *Revista Ingeniería Primero*, 17 (Junio): 31-51.
- Iñiguez, J. (2010b). Algunas consideraciones teórico-prácticas sobre destilación intermitente en alambique simple de mostos fermentados, y ordinarios. Parte 1: La primera destilación. *Revista Ingeniería Primero*, 18 (Agosto): 22 -39.
- Iñiguez, J. (2010c). Algunas consideraciones teórico-prácticas sobre destilación intermitente en alambique simple de mostos fermentados, y ordinarios. Parte 1: La segunda destilación. *Revista Ingeniería Primero*, 18 (Agosto): 40 -56

López Vázquez, C. (2011). Estudio del comportamiento de columnas de destilación en la elaboración de aguardientes de orujo. Memorias de doctorado. Universidad de Santiago de Compostela.

Nicol, D.N. (2003). Batch distillation. En “Whisky: technology, production and marketing” Ed. Russell, I., Stewart, G., Bamforth, C. Elsevier.

Prado-Ramírez, P. (2014). Tequila and mezcal distillation technology: Similarities and differences. Proceedings of the II International Symposium on Agave. Guadalajara, Jalisco. México. Memorias del II Simposio Internacional de Agave. Guadalajara, Jalisco. México. Oct. 15-17, 2014.

Secretaría de Economía. (2006). NOM-006-SCFI-2005. Norma Oficial Mexicana. Bebidas alcohólicas – Tequila - Especificaciones. Diario Oficial de la Federación. México.

Secretaría de Salud. (1996). NOM-142-SSA1-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial. Diario Oficial de la Federación. México.

Stichlmair, J.G. (2010). Distillation or Rectification. En “Chemical Engineering and Chemical Process Technology Vol. II” Eds. Pohorecki, R., Gani, R., Bridgwater, J., Molzahna, M. EOLSS.

Van Winkle, M. (1967). Distillation. McGraw-Hill.

Wankat, P.C. (2008). Ingeniería de procesos de separación. 2ª. Ed. Pearson Educación.

Mecanismos de maduración del Tequila

Dr. Rafael Ayala Magdaleno

Las bebidas alcohólicas son como los seres humanos y los vegetales, tienen sus diferentes etapas de juventud, de madurez y de vejez.

Edward Barry (Londres, 1775)¹.

Contenido

Resumen	292
1. Objetivos	293
2. Introducción	293
3. Definiciones	294
4. La maduración	295
5. Factores que afectan la maduración	296
6. Compuestos provenientes del tostado de las barricas	299
7. Reacciones de esterificación	306
8. Reacciones de acetilación	307
Conclusiones	307
Bibliografía	308

Índice de tablas y figuras

Tabla 1.- Efecto de la temperatura de tostado o carbonizado de fragmentos de madera de roble sobre la formación de los aldehídos aromáticos	301
Figura 1.- Ejemplos de los tipos y de los niveles de tostado de una barrica	299
Figura 2a.- Efecto del grado de tostado en las concentraciones de los taninos y de la lactona de roble extraídos de barricas de roble, construidas de <i>Quercus sessilis</i>	302
Figura 2b.- Efecto del grado de tostado en las concentraciones de los aldehídos fenólicos y furanílicos, extraídos de barricas de roble, construidas de <i>Quercus sessilis</i>	303
Figura 3a.- Cambios en los compuestos fenólicos de acuerdo al número de veces de uso de la barrica para roble francés y roble americano	304
Figura 3b.- Cambios en los compuestos no flavonoides de acuerdo al número de veces de uso de la barrica para roble francés y roble americano	304
Figura 4.- Reacciones que se efectúan durante la maduración	306

Resumen

El proceso de maduración implica una serie de cambios químicos, físicos y físico-químicos que ocurren durante este proceso, los cuales tienen un fuerte impacto en los perfiles del aroma, del sabor, de la estructura, de la estabilidad y en general, del balance y final del producto en cuestión.

Durante este proceso se llevan a cabo una serie de reacciones complejas, entre las que se encuentran las conocidas como óxidoreducción, que son dependientes de la presencia de oxígeno molecular, pero a la vez, existe otra serie de reacciones que se llevan a cabo en forma independiente de la presencia de oxígeno.

Mediante el proceso de maduración se puede lograr una mayor evolución del producto en proceso, ayudándolo a mejorar su complejidad, percepción, características sensoriales en general, pero sobre todo, su armonía y suavidad, siempre y cuando se elija la barrica con las características adecuadas, de acuerdo al estilo del producto que se desee desarrollar.

Para tener un mejor entendimiento de la maduración, es importante conocer los factores que influyen en la maduración de un destilado como es el Tequila, tanto los referentes a las propiedades del Tequila que se desea madurar, como del tipo de barrica que se va a usar, y las condiciones referentes al medio ambiente y los mecanismos que se llevan a cabo dentro de dicho proceso, así como los factores que afectan en la construcción de una barrica y su efecto en la maduración.

Por último, es importante conocer el perfil e impacto de los compuestos que se generan dependiendo del tipo de proceso de fabricación de la barrica y por ende, de tostado. En conclusión, entender y conocer las variables que afectan en forma integral el proceso de maduración y potenciar al máximo el resultado que desea obtener.

1. Objetivos

Definir los factores que influyen en la maduración de un destilado como es el Tequila, tanto los referentes a las propiedades del Tequila que se desea madurar, como del tipo de barrica que se va a usar, y las condiciones referentes al medio ambiente y los mecanismos que se llevan a cabo dentro de dicho proceso.

Definir los factores que afectan en la construcción de una barrica y su efecto en la maduración.

Definir los compuestos que se generan dependiendo del tipo de proceso de fabricación y por ende, de tostado.

Definir las variables que afectan en forma integral el proceso de maduración.

2. Introducción

El uso de los recipientes de madera data de, por lo menos, al Imperio Romano. Plinio “El Viejo”, menciona que los aldeanos que vivían en Los Alpes fabricaban dichos recipientes, pero en realidad no se sabe con exactitud cuando se empezaron a fabricar las barricas.

Heródoto reportó que se transportaba el vino en recipientes de palma, pero no se puede afirmar que eran barricas, ya que hace falta información porque estos hechos fueron 500 años a.C.

Es muy probable que se tenga su origen en la elaboración de baldes o cubos de madera que se usaban para la transportación de vino. En los dibujos de la tumba del faraón Hesy-Re (2690 a.C.) muestran el uso de estos baldes. El hecho de realizar los baldes con curvatura definitivamente ayudó al rodamiento.

El uso del roble para la construcción de barricas data de por lo menos 2000 años, aunque sólo se usaba para el almacenamiento en grandes contenedores. En Europa se usaba madera de castaño y de acacia para este propósito.

En la actualidad se buscan más características del material, que sirva, no sólo para la transportación, lo cual no es importante, sino para la maduración de vinos y de diferentes tipos de destilados en pequeñas barricas.

En ocasiones se usan las barricas para la fermentación de vinos por las características especiales que le imparte la barrica al producto.

El uso de barricas para la maduración, tanto de vinos como de los diferentes tipos de destilados, se debe a la aportación de notas de suavidad, de elegancia, de fruta, de notas especiales como vainilla, especias, mantequilla, etc.

Es decir, al final se usan las barricas para potenciar y remarcar las características de un vino o de un destilado.

Es por estas razones que se ha vuelto tan sofisticada la industria de fabricación de barricas, generando un nivel elevado de tecnología que sirve como soporte al Enólogo o al Maestro Mezclador (“Master Blender”) o al Maestro Tequilero para generarles alternativas de acuerdo al tipo de producto que se desee madurar, ya que una buena elección puede mejorar un producto, de tal forma que aumenta su valor ante los expertos, o en su defecto, lo puede hacer desmerecer afectando sus características iniciales.

3. Definiciones

De acuerdo con la norma NMX-V-46-NORMEX-2009: bebidas alcohólicas-denominación, clasificación, definiciones y terminología:

Maduración: Transformación lenta que le permite adquirir al producto las características sensoriales deseadas por procesos físicoquímicos, que en forma natural tienen lugar durante su permanencia en recipientes de madera o acero inoxidable según el producto de que se trate.

Envejecimiento: Maduración lenta que le permite adquirir al producto las características sensoriales deseadas, por procesos físicoquímicos que en forma natural tienen lugar durante su permanencia en recipientes de roble, roble blanco o encino.

Añejamiento: Es el proceso de envejecimiento al que se somete una bebida alcohólica, que permanece por lo menos un año en barricas de roble, roble blanco o encino, según el tipo de bebida.

Reposo: Es el proceso de maduración de bebidas alcohólicas destiladas en recipientes de roble blanco o encino por un periodo mínimo de dos meses.

4. La maduración

Maduración y añejamiento: se define como el conjunto de transformaciones que, a lo largo del tiempo o través de condiciones artificiales, provocan en los destilados una mejora apreciable en sus características sensoriales. Es una parte fundamental en la elaboración de los productos.

No todos los productos son susceptibles de madurarse o añejarse. Los productos requieren de ciertas cualidades que permitan una mejora en sus características sensoriales – Influye su proceso de elaboración.

Hay dos tipos de maduración o añejamiento: natural o acelerado.

Maduración o añejamiento natural: es obra del tiempo y por la misma razón es un proceso lento.

Maduración o añejamiento acelerado: es un proceso, o procesos, por medio de los cuales se reemplazan las técnicas de elaboración para tratar de suplir rápidamente la acción del tiempo.

5. Factores que afectan la maduración o añejamiento

Entre los factores que afectan las reacciones de maduración o añejamiento natural y el hecho que un destilado tenga sabor a madera, depende de varios factores, entre los cuales están los siguientes:

Destilado:

Condiciones fisicoquímicas del destilado.

pH

Acidez

Cuerpo

Alcohol

Barrica

Tipo de barrica

Origen de la madera

Método de secado

Método de fabricación

Tipo de tostado

Edad – Reuso con o sin retostado y cepillado (al menos 4 mm.). Volumen vs área de superficie: 225 L (104 cm²/L) y 500 L (76 cm²/L).

Nivel de oxígeno.

Los cambios en este tipo de proceso implican transformaciones químicas, físicas y fisicoquímicas, como son:

Evaporación de agua y alcohol

Sedimentación de materia orgánica

Precipitación de sales

Coagulación y floculación de coloides

Reacción entre alcoholes/ácidos y aldehídos/alcoholes

Oxidación de polifenoles

Entre los factores a considerar en la fabricación de la barrica se encuentran los siguientes:

Especies de roble

Grano grueso o fino

Química de la composición

Estructura de la madera

Porosidad, etc. Origen geográfico

Velocidad de crecimiento Condiciones de clima, etc.

Localidad:

Longitud del tronco de árbol:

Roble Americano: 19.5 – 25.5 m, los más altos llegan a medir 43 m.

Roble Francés: 20 – 40 m.

Edad del árbol:

100 – 150 años.

Diámetro: 45–60 cm.

Los Taninos se depositan 10–15 años después de la formación de los vasos.

Método de secado:

Natural (estacional–10–36 meses) vs horno

Humedad de las duelas (14-18%)

Sistema de producción de barricas:

Vapor vs fuego

Nivel de tostado (ver figura 1):

La temperatura normal es de 200°C y para carbonizado (charring) es de 250°C.

Existe variación en los niveles de tostado en un mismo lote en los diferentes fabricantes.

Ligero–5´.

Medio–15´.

Alto–25´.

Carbonizado: A temperaturas > 250°C:

Destruye o limita la producción de compuestos fenólicos y de aldehídos furanílicos.

Aumenta la producción de fenoles volátiles, generando notas de humo y de especias.

La parte carbonizada puede decolorar el producto o inclusive eliminar aromas necesarios para el producto final.

Figura 1.- Ejemplos de los tipos y de los niveles de tostado de una barrica.



Existen otras tecnologías mediante las cuales se puede lograr un mejor control en el tostado de las barricas, usando calentamiento con Radiofrecuencia (RF) o con Infrarrojo (IR).

Tamaño de la barrica y grosor de las duelas (2.1 – 2.7 cm.). Naturaleza de la barrica antes de usarse.

Re-uso de las barricas con o sin cepillado y re-tostado.

6. Compuestos provenientes del tostado de la barrica

En la tabla 1 se puede apreciar el efecto de la temperatura de tostado o carbonizado de la madera de fragmentos, mejor conocidos como chips de roble, sobre la formación de los compuestos aldehídos aromáticos, en donde el grado de pirólisis deseado depende del estilo y características del Tequila a madurar, por lo que se vuelve muy importante para la persona que va a seleccionar la barrica y el nivel de tostado, defina los criterios de lo que desea obtener al momento de madurar el producto en la barrica y el perfil a obtener, y con esto, poder enfocar todos los elementos de selección para lograr el objetivo trazado para el producto que se desea desarrollar; como se puede apreciar también en las figuras 2a y 2b.

Un tostado ligero (~ 5 minutos), genera una cantidad muy baja de compuestos de la pirólisis, dejando la madera de la barrica con aspecto de madera natural, es decir, sin afectar.

Un tostado medio (~ 15 minutos) genera una buena cantidad de aldehídos fenólicos y furanílicos. Los aldehídos fenólicos producen una nota de vainilla tostada, mientras que los aldehídos furanílicos se presentan en concentraciones por debajo del umbral. En contraste, la degradación de azúcares genera compuestos, tales como: maltol y 2-hidroxi-3-metil-ciclopentano-na, que proporcionan notas de tostado.

El tostado medio es preferido para la variedad *Q. sessilis* que proviene de los bosques de la parte central de Francia. El tostado reduce la solubilidad de los taninos del roble, como se puede apreciar en la figura 2a, lo cual es particularmente útil en los robles europeos que contienen un nivel alto de taninos solubles. La exposición prolongada al calentamiento (~ 25 minutos), carboniza las superficies más internas de las barricas y destruye o limita la síntesis de aldehídos fenólicos y furanílicos. Estos son reemplazados por la formación de fenoles volátiles que generan notas de humo y de especias en donde los aldehídos fenólicos generan guayacol, 4-metil-guayacol, y di-

metoxi-2-6-penol, mientras que los aldehídos furanílicos generan eugenol y vinil-4-guayacol. El nivel de tostado alto también limita la generación de compuestos, de manera tal que el nivel de tostado alto se prefiere para la variedad *Q. petrea*, obtenida de los bosques de Limousin del suroeste de Francia.

Entre los muchos compuestos pirolíticos derivados de los taninos y hemielulosa están: los aldehídos aromáticos, furfurales, furanos, compuestos heterocíclicos oxigenados, pirazinas, pirimidinas, y piranos; mientras que la descomposición de la lignina produce fenoles volátiles, tales como: guayacol, 4-metil-guayacol, vainillina, siringaldehído y coniferaldehído. El tostado también presenta la ventaja de inducir la degradación de diversos aldehídos insaturados, como el (E)-2-nonenal, que es el ingrediente principal que genera la nota de polvo de madera que se encuentra, principalmente, en productos añejados en barricas nuevas.

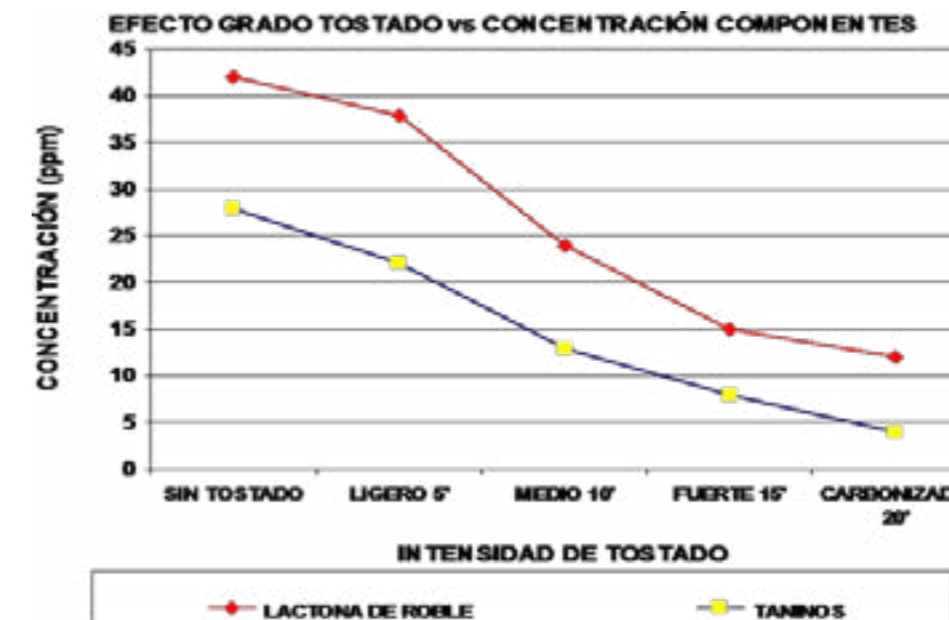
Tabla 1.- Efecto de la temperatura de tostado o carbonizado de fragmentos de madera de roble sobre la formación de los aldehídos aromáticos.

PRODUCTO (ppm)	TEMPERATURA DE TOSTADO			
	100°C	150°C	200°C	CARBONIZADO 250°C
Vainillina	1.1	3.8	13.5	2.8
Propiovainillona	0.6	1.1	1.4	0.9
Siringaldehído	0.1	3.8	32.0	9.2
Acetosiringona	—	0.025	1.5	0.6
Coniferaldehído	Trazas	4.3	24.0	4.8
Ácido vainillínico	—	1.8	6.1	1.1
Sinapaldehído	Trazas	6.5	60.0	9.0

Experimento de Nishimura- Tostado de chips (2% p/v en etanol) a diferentes temperaturas. El carbonizado se efectuó a 250°C.²⁰

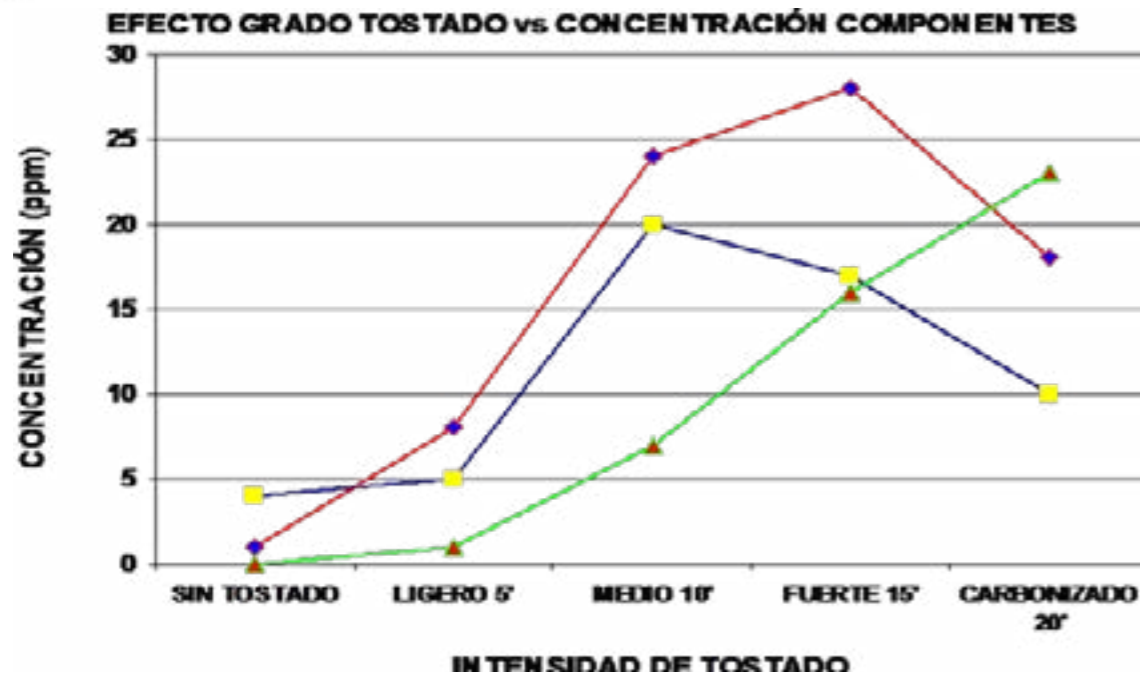
La selección del tipo de tostado de la madera de una barrica es una decisión acorde con el producto que se desea obtener, como por ejemplo: barricas con un carbonizado son preferidas para la maduración de Bourbon, sin embargo, no se utilizan en la producción de vinos, especialmente los tintos, porque el carbón que se genera decolora los vinos, así como también remueve notas favorables en el acabado del vino.

Figura 2a.- Efecto del grado de tostado en las concentraciones de los taninos y de la lactona de roble, extraídos de barricas de roble construidas de *Quercus sessilis*.



Experimento de Chatonnet sobre la generación de compuestos extraídos de la barrica de acuerdo al grado de tostado.

Figura 2b.- Efecto del grado de tostado en las concentraciones de los aldehídos fenólicos y furanílicos extraídos de barricas de roble, construidas de *Quercus sessilis*.



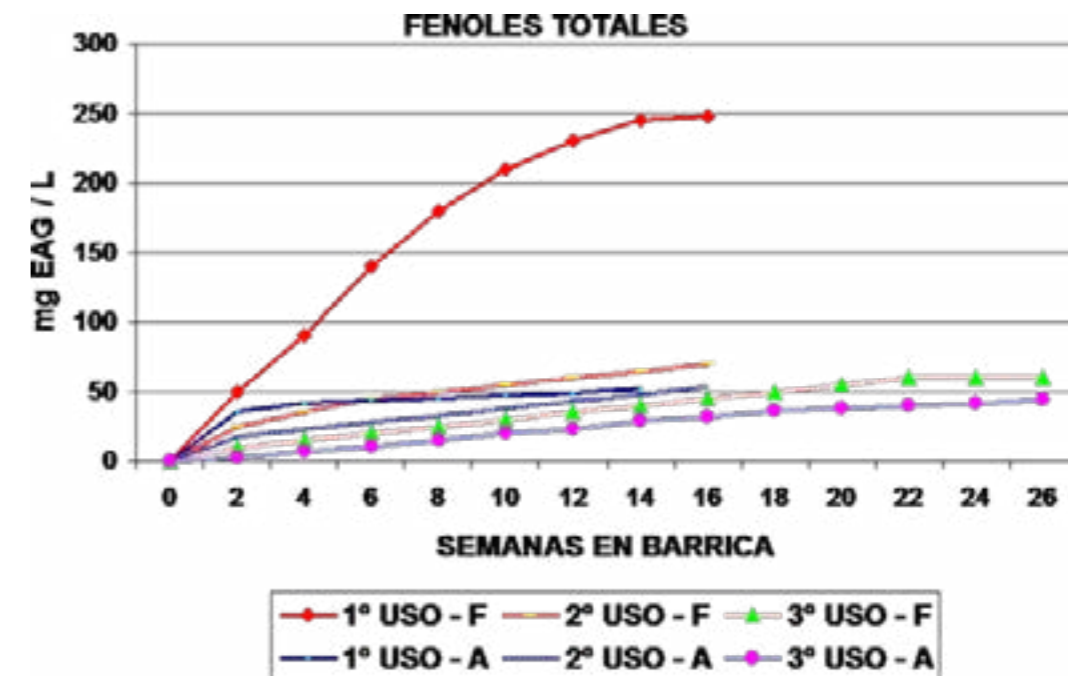
Experimento de Chatonnet sobre la generación de compuestos extraídos de la barrica de acuerdo al grado de tostado.

Aunque los fabricantes de barricas intentan mantener la uniformidad en los niveles de tostado, se ha demostrado por diversos autores, entre ellos Chatonnet, que hay una variación considerable entre barricas tostadas para la misma designación por diferentes fabricantes.

También se han encontrado diferencias significativas entre barricas ensambladas por el mismo productor, como la misma fuente de suministro y con selección de las duelas al azar.

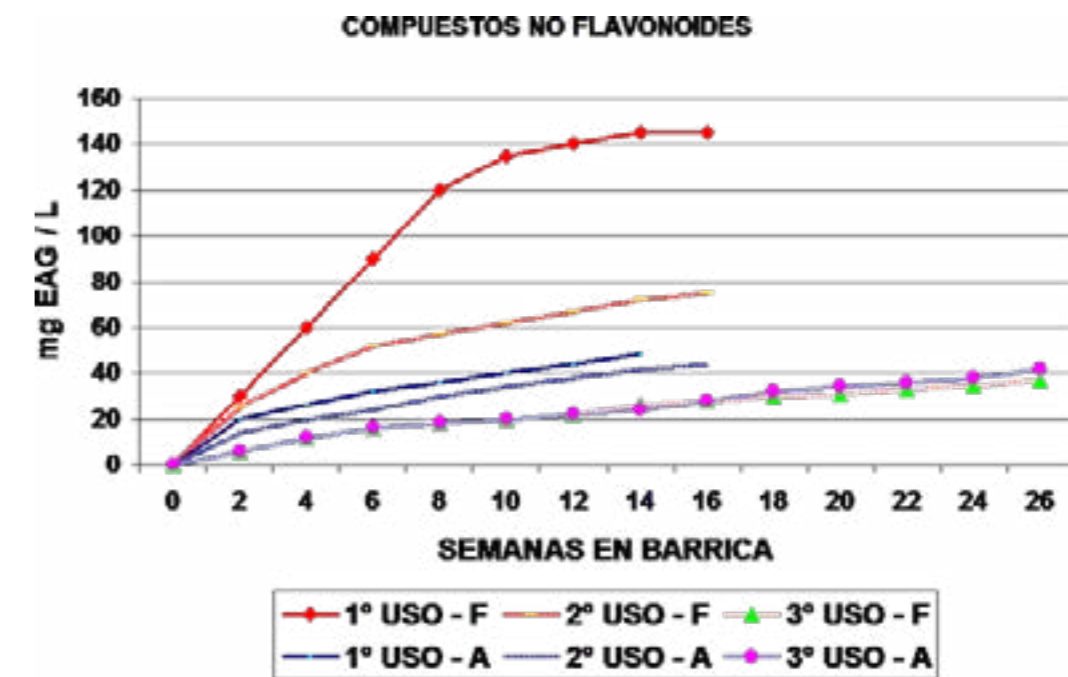
Las figuras 3a y 3b, muestran las diferencias en la extracción de compuestos fenólicos totales y los compuestos fenólicos no flavonoides en barricas de roble americano y roble francés.

Figura 3a.- Cambios en los compuestos fenólicos de acuerdo al número de veces de uso de la barrica para roble francés y roble americano.



Rous y Alderson, 1983.

Figura 3b.- Cambios en los compuestos no flavonoides de acuerdo al número de veces de uso de la barrica para roble francés y roble americano.



Rous y Alderson, 1983.

No es sorpresa notar que las diferencias son más marcadas durante el primer llenado. Las diferencias son más notables con el roble francés que con el roble americano. Subsecuentemente, las diferencias llegan a ser menos marcadas debido a que la proporción de extracción de los compuestos no flavonoides no cae rápidamente, como es el caso de la concentración de los compuestos fenólicos totales. De tal forma que la extracción proporcional de los compuestos no flavonoides, aumenta con cada llenado o uso de la barrica.

A continuación se mencionan los grupos de compuestos que pueden extraerse de madera de la barrica, como se ha comentado dependiendo del tipo de madera y del tipo de tostado que se aplique, ya que durante el proceso de tostado de la madera de la barrica, la estructura y los taninos sufren una fragmentación parcial para formar compuestos aromáticos más simples:

La composición principal de la madera de la barrica es la siguiente: Celulosa -45%- muy limitada su fragmentación. Es Glucosa polimerizada que difícilmente se hidroliza en medios enzimáticos y no enzimáticos.

Hemicelulosa -22%. Es azúcar de madera principalmente Xilosa + acetilos que después por oxidación genera ácido acético en la maduración: 0.1-0.2 g/L, en barricas nuevas. También se presenta una fragmentación térmica significativa para formar azúcar caramelizada y productos de caramelización. Lignina-25%- Intensa fragmentación térmica para formar aldehídos fenólicos y fenoles con notas de humo.

Elagitaninos - 0.8 - 8.0%- Intensa fragmentación térmica del polímero para formar ácido gálico y ácido elágico.

Lignina: ácido vainillínico, ácido siríngico, vainillina, siringaldehído, coniferaldehído y sinapaldehído.

Hemicelulosa: HMF, 5-metil furfural y furfural.

Fenoles con notas de humo: fenol, guayacol, o-cresol, 4-metil guayacol, 4-etil fenol y 4-etil guayacol.

No flavonoides: grupo del ácido benzoico, grupo del benzaldehído, grupo

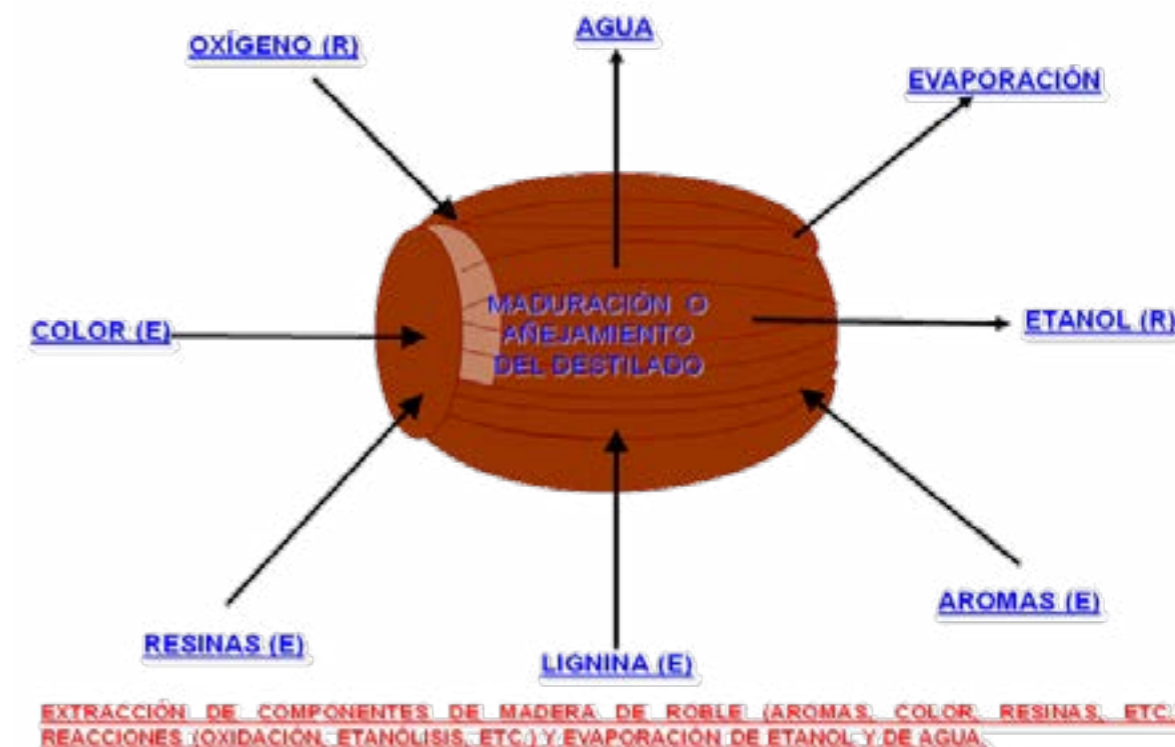
del ácido cumárico, y grupo del cinamaldehído.

Flavonoides: flavonoles, antocianinas, flavan-3-oles y taninos condensados.

Reacciones de maduración o añejamiento:

En la Figura 4 se pueden apreciar las diversas reacciones que se efectúan durante el añejamiento, etapa en la cual se llevan a cabo dos tipos de fenómenos que son: proceso de extracción de los componentes de la madera de la barrica, los cuales incluye extracción de aromas, color y resinas, entre otros. El otro tipo de proceso es el conocido como reacción o reacciones, entre las cuales se pueden mencionar, como más importantes: las de oxidación y la etanolisis, entre otras. Es muy importante que haya intercambio de oxígeno para que comience esta etapa, es decir la etapa de oxidación.

Figura 4.- Reacciones que se efectúan durante la maduración.^{5-18, 24}



Con respecto al nivel de oxígeno, éste se incorpora fuertemente en el momento de la cocción y después en el momento del añejamiento. La cantidad de oxígeno que se incorpora en el destilado a través de la madera de la barrica de 225 litros, es del orden de: 2-5 ml /L/año – A través de las duelas; 2-4 ml/L/año – Por operaciones (por cada operación) de vaciado-llenado, ayudando a las reacciones de oxidación; 40 ml/L/año – Por muestreos; 15-25 ml/L/año – Por mal cerrado de las barricas. Todo esto ayuda a las reacciones de oxidación y a las mermas que llegan a ser de 4.5-11 L/año (2-5% al año). La relación de temperatura/humedad relativa recomendada es de: 16.0°C/92.5% y de 13.5°C/74%.

El contacto directo entre el destilado y la madera de la barrica se lleva a cabo mediante un equilibrio dinámico en el cual, cada uno cede sus componentes: La barrica cede al destilado: lignina, productos de hidrólisis, ácidos como el vainillínico y el siríngico, algunos aldehídos como el vainillínico, y el siríngico. La barrica absorbe el líquido, se hincha de la parte interna y de la externa se reseca.

La cantidad extraída de compuestos fenólicos de una barrica depende del tiempo de añejamiento, volumen de la barrica, tipo de madera de roble utilizada en la construcción, tratamiento, uso y edad de la misma. Varios compuestos ácidos del tipo de fenólico y **no fenólico** están involucrados con la síntesis de ésteres, acetales y lactonas. Por otro lado, se sabe que hay una contribución de 0.1-0.2 g/L de ácido acético que se forma por oxidación de acetaldehído y por la degradación de la hemicelulosa para generar acetilo.

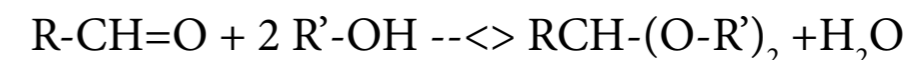
7. Reacciones de esterificación

Se llevan a cabo entre los ácidos orgánicos y los alcoholes presentes. Entre los factores que afectan están los siguientes: temperatura, concentración de los productos y pH. Los ésteres presentes pueden ser volátiles y no volátiles, la mayoría aportan aromas agradables. Los ésteres presentes en el añeja-

miento provienen de la materia prima, es decir del agave, así como los producidos en la etapa de fermentación y destilación y los producidos durante el añejamiento por las reacciones entre los alcoholes y los ácidos orgánicos. Las reacciones de esterificación que se llevan a cabo a temperatura ambiente son muy lentas y por lo tanto, requieren de varios años para que puedan ser detectados sensorialmente.

8. Reacciones de acetilación

Se lleva a cabo entre una molécula de aldehído y dos moléculas de alcoholes. Los aldehídos presentes en el destilado reaccionan con los alcoholes para formar los acetales.



Los acetales forman parte importante de la riqueza aromática del destilado añejado. Uno de los más importantes es el acetal o dietilacetal acetaldehído, que se forma a partir del acetaldehído y dos moléculas de etanol. Los acetales generan una nota de perfume en los destilados añejados.

Conclusiones

En resumen, podemos decir que el tiempo de maduración se debe estudiar en cada caso y depende de la composición del destilado. Los períodos que se recomiendan son de 3 ó 6 meses, hasta tres años, como óptimos. Las reacciones principales que se llevan a cabo durante la maduración o añejamiento son las siguientes: extracción de taninos de la madera de la barrica, extracción de compuestos fenólicos de la madera de la barrica, etanólisis con la lignina para generar los polifenoles de menor peso molecular, hidrólisis de los taninos, hidrólisis de la lignina, generación de azúcares, generación

de furfurales, generación de color, generación de ésteres, generación de acetales y de la generación de acidez y aumento del pH.

Bibliografía

Barry, E. Observations historical, critical, and medical, on wines of the ancients and the analogy between them and the modern wines. London.1775. 19.

Norma NMX-V-46-NORMEX-2009: Bebidas Alcohólicas-Denominación, Clasificación, Definiciones y Terminología.

Oreglia, F."Enología Teórico Práctica. Conocimiento y Elaboración del vino. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 1978.

Riberéau-Gayon, J. Enología, transformaciones y tratamiento de los vinos. Salvat Editores. Barcelona, España.1975.

Fletcher, J. Dating the Geographical Migration of Quercus petraea and Q. rubur in Holocene Time. Tre Ring Bull. 1978. 38:45-47.

The Sixth International Barrel Symposium. Lake of the Ozarks. June 2004. International Symposium for Maturation. Berlin, Germany. August 2005 Masson, G. et all. Les extractibles du bois de chene. Relation entre l'âge et la composition du bois. Impac Olfactif de centais composés extraits par le vin. Rev. Oenologues. 1996. 82:20-23.

Singleton, V.L. Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. Adv. Food Res. Suppl. 1-282. Academic Press, USA. 1969.

Singleton, V.L. et all. An analysis of wine or indicate aging in wood or treatment with wood chips or tannic acid. Am. J. Enol. Vitic. 1971. 22:161-166.

Singleton, V.L. et all. Some aspects of the wooden containers as a factor in wine maturation. Am. J. Enol. Vitic. 1974. 22:161-166. In "Chemistry of Wine-making". A.D. Webb ed. 1974. 254-278. Advances in Chemistry Series N°. 137. American Chemical Society Washington. D.C.

Sefton, M.A. et all. Volatile norisoprenoid compounds as constituents of oak wood used in wine and spirit maturation. J. Agric. Food Chem. 1990. 38:2045-2049.

Spillman, P.J. et all. The influences of oak, coopering heat and microbial ac-

tivity on oak-derived wine aroma. In "Proceedings of the 9th Australian Wine Industry Technical Conference". C.S. Stockley et all. eds. 1996. 66-71. Winetitles, Adelaide, Australia.

Rous, C. y Alderson, B. Phenolic extraction curves for white wine Aged in French and American oak barrel. Am. J. Enol. Vitic. 1983. 34:211- 215.

Quinn, M.K. et all. Isolation and identification of ellagitannins from white oak wood and estimation of their roles in wine. 1985. 36:148- 155.

Ruíz-Hernández, M. El roble y el vino. Vitivinicultura. 1991. 9:24-28.

Jindra, J.A. Effect of American and French oak barrels on the phenolic composition and quality of several blanc wines. Am. J. Enol. Vitic. 1987. 38:133-138.

Chatonnet, P., & Dubourdieu, D. Maîtrise de la chauffe de brúlage en tonnerie, applications á la vinification et á l'élevage des vins en barriques. Rev. Fr. Oenol. 1993. 33:41-58.

Buchanan, B.A., Swan, J.S. Electrical technology for the production of Whisky casks. Scottish & Southern Energy Plc. 2000.

Nishimura, K. et all. Reactions of wood component during maturation. In "Flavour of Distilled Beverages: Origin & Development". J.R. Piggott, ed. 1983. 241-255. Ellis Horwood, Chichester, U.K.

Chatonnet, P. Incidences du Bois de Chéne sur la composition Chimique et les Qualitiés Organoleptiques des Vines, Applications Technologiques. The-sis, University of Bordeaux II. France. 1991.

Rous, C., & Alderson, B. Phenolic extraction curves from white wine aged in French and american oak barrels. Am. J. Enol. Vitic. 1983. 34:211-215.

Chatonnet, P., & Dubourdieu, D. Comparative study of the characteristics of American white oak (Quercus alba) & European oak (Quercus petraea & Q. robur) for production of barrels used in barrel aging wines. Am. J. Enol. Vitic. 1998. 49:79-85.

Puech, J.L. Extraction of phenolic compounds from oak wood in model solutions and evolution of aromatic aldehydes in wines aged in oak barrels. Am. J. Enol. Vitic. 1987. 38:236-238.

American Association of Brandy Producers. California, USA.1998.Nykänen, L. Formation and occurrence of flavor compounds in wine and distilled alcoholic beverages. Am. J. Enol. Vitic. 1986. 37:84-96.

Riberéau-Gayon, J., & Peynaud, E., et all. Traité d'Oenologie. Sciences et Techniques du Vin. Vol. 3. Dunod, Paris.1976.



Singleton, V.L. et al. Maturation of wines & spirits comparisons, facts & hypotheses. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995. 46:98-115.

Koga, K. et al. Reactive Oxygen Scavenging Activity of Matured Whiskey and Its Active polyphenols. *Journal of Food Sciences.* 2007. 72:S212.

Mosedale, J.R. Effects of oak wood on the maturation of alcoholic beverages with particular reference to whisky. *Forest.* 1995. 68:203-230.

Reazin, G.H. Chemical mechanism of whiskey maturation. *Am. J. Enol. Vitic.* 1981. 32:4:283-289.

Hael, D.H. et al. The influence of oak seasoning and toasting parameters on the composition and quality wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 1999. 50:495-502.

Canas, S., et al. Evaluation of wine brandies authenticity by the relationship between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciencia Téc. Vitiv.* 2004. 19:13-27.



Manejo y control de graneles

Ing. Benjamín García Durán

Contenido

Resumen	313
1. Manejo y control	313
2. Recepción diario de Tequila	313
3. Almacenamiento	314
4. Reposo y añejamiento del Tequila	316
Conclusiones	318
Perspectivas	318

Resumen

El proceso, a partir de la destilación, el manejo y control del Tequila a granel, son de suma importancia debido a que desde este momento se presentan las mermas.

Su destino depende del fin para el cual fue elaborado. Entre las posibilidades están la maquila, almacenamiento para inventarios, el envasado, reposo y añejamiento.

1. Manejo y control

El manejo del Tequila a granel tiene su origen a la salida de los equipos de destilación, cualquiera que éste sea, en este punto se debe cuidar la temperatura de salida, transporte a los recipientes contenedores y su homogenización.

La temperatura de salida de destilación deberá ser menor a 25°C, de preferencia.

El transporte deberá ser por tubería cerrada con caída en el cuerpo receptor en el fondo, para evitar salpicaduras.

La homogenización por agitación de los tanques receptores para la medición de contenido alcohólico se hará lenta para evitar evaporación.

2. Recepción diaria de Tequila

El envío de las cargas recibidas cada determinado tiempo, dependiendo del proceso de destilación usado, deberá ser por bombas selladas, tuberías cerradas y con entrada hasta el fondo de los tanques.

Se recomienda tener tanques receptores por turno para llevar un registro de volumen, grado y calidad.

Los tanques estarán contruidos con fondo toriesférico, cónico o con una

pendiente mayor al 1% para evitar líquido residual, equipados con sistema de medición de volumen, arestaflamas, tierras y agitación.

Normalmente el Tequila “del día” o turno, es enviado a tanques de almacén que deberán tener las mismas características de los tanques receptores dependiendo del tamaño de cada uno de ellos.

Es una buena práctica aislar la cubierta de los tanques, ya que durante el día pueden alcanzar temperaturas mayores a 60 grados centígrados.

3. Almacenamiento

Las “granjas de tanques de almacenamiento”, –por norma–, son instalados con un dique contenedor para el caso de derrames, y la sombra de cada uno de ellos sirve para evitar calentamiento en la pared del tanque, es ideal tenerlos en una instalación sombreada.

Estas granjas de tanques cuentan con un dique perimetral para contener posibles derrames, los volúmenes enviados a ellos se miden y contabilizan con equipos como medidores de flujo másico, tubos de nivel, sistema de regletas con flotador, ultrasonido, etc.



De estos tanques se distribuye a pipas, contenedores, tanques en área de tratamientos (filtración por celulosa, filtración por carbón activado, por medios activos, aereación, eliminación de metales pesados, enfriamiento, etc.) embarricados, envasado.

La carga de pipas y contenedores normalmente se hace usando la báscula, tarando primero para después llenar por prueba y error, o bien, colocando el contenedor sobre la báscula. Menos común es el uso de medidores de flujo másico. Ambos equipos pueden estar conectados a la base de un sistema electrónico que registra cada movimiento.



Otra área de envío es la de procesamiento de Tequilas, donde éstos son tratados para elaborar el granel del producto terminado previo a su envasado. Estas áreas, al igual que toda la tanquería de almacenamientos, es recomendable que esté automatizada debido a que es donde hay mayor número de errores humanos y donde se generan las mermas. El manejo de estos graneles puede ocasionar de 1.0% al 2.0% en mermas en instalaciones poco equipadas y con materiales de baja calidad.

Los procesos de tratamiento de Tequilas a granel, como ya se mencionó, son innumerables, tanto de los Tequilas blancos, como los reposados en barricas.

El embarricado y desembarricado son dos actividades en las que se requiere de equipo, instalaciones y sobre todo, experiencia.

El equipo de bombeo de diafragmas es el más recomendable para el llenado y en un sistema de vacío para desembarricados.

Hay infinidad de acomodo de barricas de uno hasta 7 niveles. El estibado siempre se hace de acuerdo a las características de la bodega, lo importante es dejar los espacios para poder realizar las maniobras.

Para evitar mermas mayores, sobre todo en lugares donde las temperaturas alcanzan los 30–40°C, es recomendable instalar humidificadores para integrar humedad al medio ambiente en forma de “Humedad Relativa”.

Estos equipos no deberán producir goteo o partículas de agua que mojen las barricas, ya que pudieran favorecer el crecimiento de microorganismos en la madera. Una humedad relativa recomendada es de 60–70%, la temperatura estará entre los 18 y 22°C.

4. Reposo y añejamiento del Tequila

Las pérdidas por reposo y añejamiento en la industria son muy variables, pudiendo darse para reposados del 1.5% a 2%, en añejos del 4% al 8% y en extra-añejos 18% a 33%.

En lugares donde no se cuenta con bodegas cerradas, ni equipos adecuados de trasvases, así como de control de humedad y temperatura, las pérdidas serán mucho mayor a las mencionadas.

El tratamiento de los Tequilas, previo a su envasado, como la filtración por placas de celulosa, filtración por carbón activado, por medios activos, aeración, eliminación de metales pesados, enfriamiento, agitación, recircu-

lación, etc., provoca pérdidas de alcohol tan variables que pueden ir del 0.5% a mayores del 3%, sobre todo en aquellos procesos donde se combinan la agitación, aireación y recirculación.

Por último, durante el proceso de envasado, las pérdidas más importantes se presentan en contaminaciones de producto, bombeo (cuando hay mucha distancia entre el tratamiento de Tequilas y la sala de envasado), en el proceso de filtración, así como de llenado con control de nivel por vacío y en el enjuague de la botella.



Conclusiones

Como se puede observar, es todo un reto el manejo y control de graneles de Tequila porque siempre comenzamos con 100% y terminamos perdiendo. En este largo camino, la ayuda de tecnología, mejores instalaciones, capacitación al personal, dar su justa dimensión al sentido de urgencia, excelentes pronósticos de ventas (forecast), buenos manejos de inventarios, en fin, toda la logística del negocio, desde el campo hasta el producto terminado, nos llevará a un mejor manejo y control de graneles.

Perspectivas

La realidad de las instalaciones para el manejo y control de graneles en la industria tequilera está en pañales, nos damos cuenta pero no reaccionamos ante las áreas de oportunidad que se nos presentan a diario en todas partes de la destilería, pasamos por un lado, pisamos el producto, lo sentimos en el medio ambiente, se nos va de las manos a cada momento, pero seguimos insensibles.

Uno de los retos es invertir en tecnología de punta en todos los sistemas de medición, automatización, equipos, instalaciones y personal capacitado. Nuestros departamentos de procesos, ingeniería, investigación, desarrollo y sus directivos aportamos poco al respecto.

Balances y eficiencias de proceso

M. en C. Arturo Fuentes Cortés

Contenido

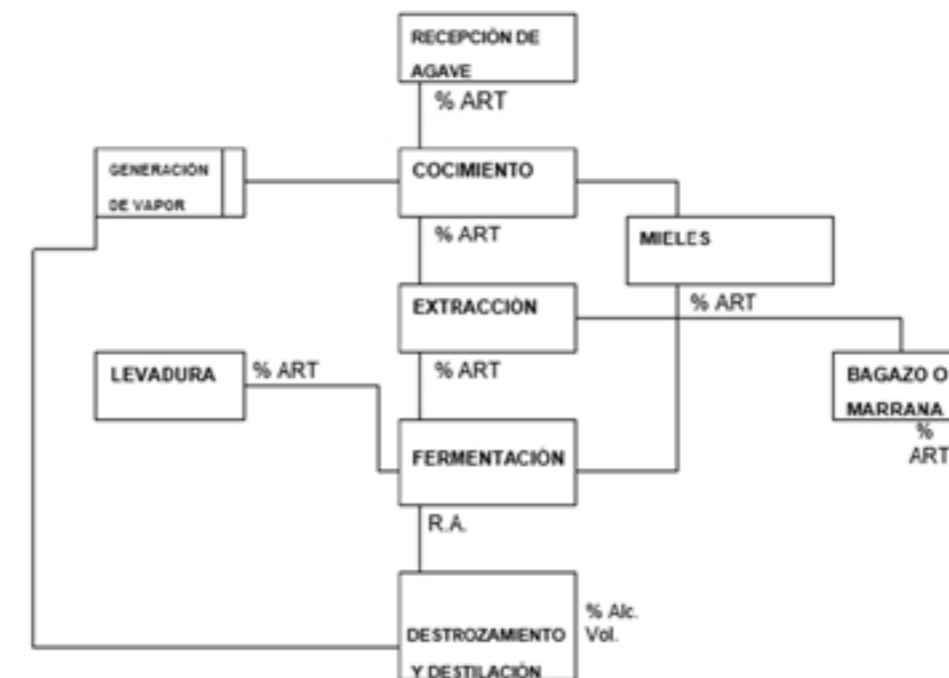
Introducción	321
1. Cálculos estequiométricos.	322
2. Recepción y preparación del agave para su cocimiento y extracción	323
3. Resumen de formulación para la fermentación	324
4. Destrozamiento y destilación	326
5. Eficiencias y rendimientos	329
6. HACCP	331

Introducción

El área de acción de los profesionales de la producción tiene como punto primordial asegurar sus productos aplicando alta tecnología, alta calidad, y hacer redituable la elaboración de éstos; por tal motivo, es muy importante controlar los parámetros de trabajo, así como todos los factores del proceso. Solamente así obtendremos siempre un exacto balance de la producción, colaborando al desarrollo y buen funcionamiento de una planta productiva. “No podemos controlar lo que no se puede medir”.

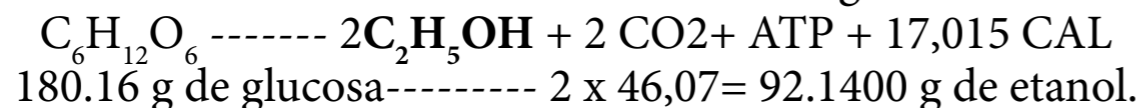
Desde luego que el proceso se inicia desde el campo, en el cual se controla una planta de agave azul libre de enfermedades, se mantiene el cultivo libre de plagas y hierbas, siguiendo con buenas prácticas desde que se planta hasta llegar a la cosecha. La piña de agave bien jimada, se mantiene limpia en los patios de recepción, y se parte para que durante el cocimiento haya un equilibrio de temperatura en todo su cuerpo y se lleve a cabo una eficiente transformación de sus azúcares naturales.

Diagrama de proceso



1. Cálculos estequiométricos

La fermentación obedece fundamentalmente a la siguiente ecuación:



Por lo tanto, si con 180g de glucosa se obtiene 92.14g de etanol, con 1 Kg de glucosa se obtienen **511.88g** de etanol.

Por lo tanto, rendimiento teórico máximo = $92,14g/180,16 = 0,5114$
 $\times 100 = 51,14\%$.

Este balance estequiométrico deja claro que NO se puede obtener rendimientos mayores al 51.14% en la conversión de azúcar a etanol.

En la práctica es común usar factores de conversión, un ejemplo de éstos es el siguiente:

$$(511.88 \text{ g ETANOL} / 1 \text{ Kg glucosa}) \times (1 \text{ ml} / 0.78934 \times 1 \text{ L} / 1000 \text{ ml})$$

$$= 0.6485 \text{ L etanol/Kg de glucosa.}$$

Considerando lo anterior, tenemos que el total de azúcares reductores (Kg) x 0,6485 (factor de conversión) da el total de litros de alcohol a obtener con una pureza del 100% asumiendo una eficiencia del 100% en fermentación.

Ejemplo concreto:

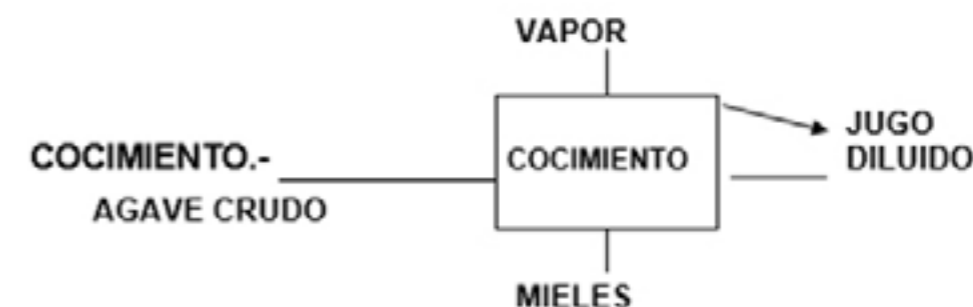
1000 Kg ART x 0,6485 = 648,5 L etanol al 100% Alc.Vol. $648,5/0,55 = 1\ 179$ L de etanol al 55% Alc.Vol.

Otra forma directa de obtener los litros teóricos es $1000 \text{ Kg de glucosa} / 0,854 = 1\ 170$ L de etanol al 55% Alc.Vol.

2. Recepción y preparación del agave Para su cocimiento y extracción

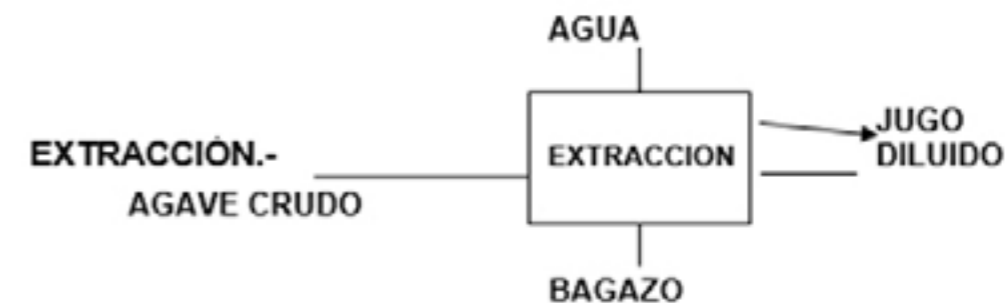
Con el fin de ilustrar la aplicación de estos conocimientos, acompañaremos la explicación con un ejemplo:

Se reciben y procesan: 150,000 Kg de agave de 23.5% ART; esto es igual a **35 250 Kg ART's**.



Durante el cocimiento hay un escurrimiento natural de las mieles del agave, se desechan las mieles amargas, y se determina el volumen y contenido de ART's de las mieles de calidad. Estas se suman al volumen y contenido de ARTs obtenidos de la extracción, y conociendo el peso y ART's del agave crudo, solamente realizamos la operación indicada.

Una vez cocido, se obtienen: 15,000 L de mieles de cocimiento con 14.8% ART. Esto es igual a **2 220 Kg ART**.



En el caso de la extracción, aparte del agave crudo, debemos tomar en consideración otro elemento fundamental para conocer la eficiencia en esta parte del proceso. Este es el bagazo o “marrana”, al cual se le determinará su concentración de azúcares reductores para comprobar que estamos haciendo una buena extracción y demostrarnos que no estamos perdiendo azúcares y que nuestro equipo de molienda tiene buen funcionamiento.

Una vez molido, se obtienen: 147,400 L de jugo de 15.1% ART. Esto es igual a **22 257.0 Kg ART**.

EFICIENCIA DE Hidrólisis/ Extracción =	Kg ART jugo de Agave + Kg ART de Mielles x 100=	22,257 + 2,220 x 100
	Kg ART de Agave Crudo	35 250

Eficiencia de hidrólisis/extracción = 69.44%



3. Resumen de formulación para la fermentación

	CARGA No.	TEQUILA 100% %ART	TOTAL ART
AGAVE CRUDO	150 000 Kg	23.5	35 250
JUGO DE MOLIENDA	147 400 L	15.1	22 257
MIEL DE COCIMIENTO	15 000 L	14.8	2 220
AGUA	162400 L		24 477
VOLUMEN TOTAL	204 000 L		

Los factores críticos a controlar en esta fase son, la temperatura (32 a 35°C), el pH (4-5), nutrientes, viabilidad de las levaduras y la contaminación por organismos que representan una competencia para las levaduras. Controlando estos factores, aparte de favorecer la fermentación, también se controla la contaminación por hongos o bacterias.

Otros factores a controlar, porque afectan negativamente la fermentación, son la presencia de calcio, azufre, floculación de las levaduras y espuma. El calcio puede provocar la floculación de las levaduras, mismas que se precipitan y por lo mismo, no se lleva a cabo una fermentación total de los azúcares.

El azufre (proveniente como contaminante en los otros azúcares) inhibe la fermentación.

La espuma ocasiona derrame de las tinajas de fermentación, lo que se traduce en mermas. Algunas empresas utilizan antiespumante para evitar este problema.

El aumento de temperatura por arriba del óptimo, puede provocar muerte de las levaduras y por lo tanto, detener la fermentación con las consecuentes pérdidas por ineficiencia; sin embargo, antes de que eso suceda, el incremento de la temperatura puede favorecer la evaporación del etanol forma-

do, además, la expulsión del bióxido de carbono es más violento, generando un mayor arrastre de etanol a través de las micropelículas que rodean a la burbuja de bióxido de carbono y que se convierte en pérdidas o ineficiencias en el proceso.

Alcohol producido a 55% en la fermentación = 200,000 L de mosto x 0.42 riqueza alcohólica / 0.55 = 15,273 L

EFICIENCIA DE FERMENTACIÓN =	L de alcohol producido =	15 273 x 100 =	62.4%
	Kg ART jugo de agave+ mieles/0.855*	24 477	



4. Destrozamiento y destilación

Una vez concluida la fase de fermentación, es necesario llevar los mostos a destilación; proceso que consiste en la separación de los constituyentes del mosto. La destilación alcohólica está basada en que el alcohol etílico, siendo más ligero que el agua, vaporiza a una temperatura menor que el punto de ebullición del agua, los vapores pueden ser condensados y convertidos a forma líquida con un alto contenido alcohólico.

La destilación se realiza generalmente en alambiques y consiste en dos fases, aunque también es común el uso de columnas de destilación. El producto obtenido del primer ciclo se conoce comúnmente como ordinario, y en esta fase se eliminan los componentes no deseables como son los restos de levaduras, las sales nutritivas, sólidos, se supondría que ceras, y en última instancia, el agua. El conjunto de estos componentes no deseables se conoce como **vinazas**.

El ordinario obtenido es sometido a un segundo ciclo o rectificación, obteniendo finalmente el Tequila.

En otras palabras, podemos decir que cuando el objetivo es separar los componentes menos volátiles de la mezcla líquida, se utiliza una destilación denominada destrozamiento o agotamiento, y cuando el objetivo es separar y obtener los compuestos más volátiles de la mezcla líquida, se emplea el proceso de rectificación o enriquecimiento.

El Tequila obtenido puede tener varios destinos, como son: el envasado como Tequila blanco, su abocamiento y envasado como Tequila joven, o bien, puede ser enviado a maduración para la obtención de Tequila reposado, añejo o extra añejo y su posterior filtración y envasado.

El catado es básico para obtener la calidad deseada, y con esto se efectúan los ajustes en la separación de cabezas y colas de la destilación, también llamadas “flemas”.

Continuando con el ejemplo ilustrativo:

Tenemos un volumen inicial de mosto fermentado de 200,000 litros con una riqueza alcohólica de 4.2, y obtenemos 30,100 litros de ORDINARIO a 26.0% Alc.Vol., o sea 14,229 litros referidos a 55% Alc.Vol. y 700 litros de cabezas y colas referidos a 55% alc.vol.

Destrozamiento de Tequila 100%			
TEQUILA 100%		MOSTO TEQUILA	
Vol. Inicial Mosto	200 000	F1	
DESTROZAMIENTO (R.A.= 4.2)	200 000	L4	
EXISTENCIA		0 AA	0

ORDINARIO DE TEQUILA 100%		existencia fisica	
INV. ORDINARIO	0	T1	30 100
PRODUCCION	30 100		
INV. FINAL A 26 %	30 100		
INV. ORD. a55%	0		
PROD. ORD. a55%	14 229		
INV. FINAL A 55 %	14 229		
			30 100

Teórico = $200,000 \times 0.042 / 0.55 = 15,273$ L a 55 % a.v.
 Ordinario producido = 14,229 L a 55 % a.v.
 Cabezas y colas = 700 L a 55 % a.v.
 Eficiencia de destrozamiento = **93.16%**

Tenemos un volumen inicial de **ordinario** de 30,100 litros a 26.0% Alc.Vol., equivalentes a 14,229 litros referidos a 55% Alc.Vol., obtenemos 11,500 litros de **Tequila** a 55.0% Alc.Vol. y 800 litros de cabezas y colas ref. a 55% Alc.Vol., tal como se muestra en la siguiente Tabla:

Destilación de Tequila 100%			
TEQUILA 100%		ORDINARIO A 26	
VOL INICIAL ORDINARIO	30 100	F1	
DESTILADO	30 100	L4	
EXISTENCIA	0	AA	0

TEQUILA 100%		INV. FÍSICO	
Se destilaron 30,100 lts		F6	0
EXISTENCIA ANTERIOR A 55	0		
TEQUILA OBTENIDO A 55	0		
NUEVA EXISTENCIA			11 500

Teórico = 14,229 lts a 55 % a.v.
 Tequila producido = 11 500 L a 55 % a.v.
 Cabezas y colas = 800 L a 55 % a.v.
 Eficiencia de destilación = 86.45%
 Eficiencia ponderada de destilación (destrozamiento y rectificación) = $93.16\% \times 86.45\% = 80.53\%$

5. Eficiencias y rendimientos

En un proceso de producción es elemental contar con esta información para saber cuánto cuesta producir un bien o servicio, y en el caso de la producción de Tequila se deben tomar en cuenta factores como las materias primas, mano de obra, agua, electricidad, combustible, tiempo, etc.

Por ello haremos un sólo ejemplo para calcular la eficiencia y rendimiento global del caso descrito, basado únicamente en las materias primas.

Ejemplo:

Una empresa inicia su proceso de producción de Tequila con 150 toneladas de agave, mismo que de acuerdo al análisis de laboratorio, contiene 23.5% de ART's.

Una vez hidrolizado y molido el agave, se juntan las mieles de cocimiento, los jugos de molinos y se diluye, obteniendo un volumen final de 204 000 L de mosto, mismos que, de acuerdo al análisis de laboratorio, contiene 12% de azúcares. Esto es 24477 Kg ART's.

En base a lo anterior, calcular la eficiencia de la hidrólisis /extracción. Solución:

$150\ 000 \times 0.235 = 35\ 250$ Kg ART's en agave crudo.

$204\ 000\text{L} \times 0.12 = 24\ 480$ Kg ART's.

Eficiencia hidrólisis/extracción = $24\ 480 / 35\ 250 = 69.45\%$.

Los 204 000 L de jugo de agave con 12% de ART's se fermentaron obteniendo una merma de 4000 L de mosto. El volumen final de mosto fermentado fue de 200 000 L, con un contenido alcohólico de 4.2% Alc.Vol.

En base a lo anterior, calcule la eficiencia de fermentación:

Volumen final de mosto fermentado: 200 000.

$200\ 000 \times 4.2 / 55 = 15\ 273$ L a 55% Alc.Vol.

Volumen Teórico a obtener: $204\ 000 \times 0.12 = 24\ 480$ Kg ART / $0.854 = 28\ 665$ L.

Eficiencia de fermentación: $15\ 273 / 24\ 480 = 62.39\%$

Los 200 000 L a 4.2% Alc.Vol. de mosto fermentado se destilaron obteniendo 12 300 L de Tequila a 55% Alc.Vol.

En base a lo anterior, calcule la eficiencia de destilación

Volumen de Tequila obtenido entre volumen de Tequila en mosto: $15\ 273 / 12\ 300 \times 100 = 80.53\%$

En base a toda la información anterior, calcular la eficiencia global y el rendimiento en Kg de agave/ L de Tequila obtenido a 55% Alc.Vol.

Eficiencia global = $100 \times 0.6945 \times 0.6239 \times 0.8053 = 34.89\%$.

Rendimiento global = 150 000 Kg de agave / 12 300 L de Tequila a 55% Alc. Vol. = **12.19 Kg/ L de Tequila.**

Información complementaria

Para tener una eficiente operación en las diferentes partes del proceso, es necesario controlar:

Cocimiento: temperatura, presión, mieles amargas, tiempo de cocción.

Extracción: efectividad de desgarrado, presión de molinos, filtración de jugos.

Fermentación: ajuste de Bx inicial, control de Bx y temperatura.

Destilación: presión, temperatura, cortes de cabezas, corazón y colas.

6. HACCP

En el proceso de destrozamiento y destilación debemos controlar especialmente las concentraciones de metanol, por lo cual, esta parte de nuestro proceso se convierte en un importante punto crítico de control.

Debemos tener presente que otro importantísimo punto crítico de control son las partículas de vidrio, por lo que la revisión de control de calidad deberá ser exhaustiva en las líneas de envasado.

Proceso de envasado del Tequila

Ing. José Luis Alvarado Hernández

Contenido

Resumen	335
1. Definición de envasado.	335
2. Maquinaria de envasado	335
Alimentación de botella	335
Enjuagado	336
Llenado	336
Taponado	336
Etiquetado	337
Empacado	337
Codificado	338
Paletizado	338
Equipos de inspección	338
3. Tipos de envasado	338
Envasado manual	338
Envasado semiautomático	339
Envasado automático (high speed)	339
Materiales de envasado	339
4. La etiqueta	340
Colocación de etiqueta adhesiva	340
Colocación de etiqueta papel	340
Colocación de etiqueta termoencogible	340
5. La tapa	341
Especiales	341
Steelcap	341
Rosca de plástico	341

6. La botella	342
Botella especial	342
Botella redonda	342
Botella oval	342
Mano de obra en envasado	342
7. Operadores	343
Mecánicos	343
Encargado de área (líder)	343
8. Sistemas de producción	343
Lean	343
TPM	344
SMED	346
5“S”	347
Conclusiones	348
Perspectivas	348
Bibliografía	348

Resumen

El proceso de envasado del Tequila debe cumplir con los requerimientos internos, (de equipo, método, materiales, mano de obra y medio ambiente) y externos (legales, fiscales, etc.) y al mismo tiempo debe estar en un proceso de mejora continua que garantice la calidad del producto e integridad del personal, buscando constantemente los más altos estándares de calidad, permitiendo la flexibilidad al menor costo posible.

Los sistemas integrales y de mejora continua deben trabajar para el negocio, para garantizar el cumplimiento de las expectativas del cliente, en caso de haber anomalías, pérdidas o defectos de calidad, significa que todavía hay áreas de oportunidad que necesitan ser atendidas por nuestro sistema.

1. Definición de envasado

Es el proceso de incorporar el Tequila (por categoría y clase) en recipientes nuevos de vidrio, PET (polietileno tereftalato, material plástico) y/o aluminio, con la finalidad de conservarlo, proteger su estabilidad física, química, sensorial y sanitaria.

2. Maquinaria de envasado

Los equipos de una línea de producción van en función de su capacidad de utilización, de la demanda anual y del tipo de innovación.

Un proceso básico de embotellado cuenta con las siguientes operaciones:

Alimentación de botella

Entre algunos aspectos a cuidar en el proceso de despaletizado, ya sea manual o automático, tenemos:

Dimensiones de la corona de la botella.

Defecto de botella: rotura, angina, templado, pared delgada, etc.

Recubrimiento protector.

Elementos extraños.

Enjuagado

Para garantizar la inocuidad del producto, eliminando las partículas extrañas provenientes de la botella, se tiene el proceso de lavado; se recomienda utilizar una presión de enjuague por arriba de los 2 bares con el chorro directo al centro de la botella para asegurar el lavado al interior de la botella.

Llenado

La función de llenado se realiza básicamente por:

- Gravedad
- Por bomba
- Por pistones
- Por medición de caudal
- Por presión o vacío

Durante el llenado se monitorean las siguientes variables:

- Nivel de llenado
- Filtración para evitar contaminación
- Presencia de partículas extrañas
- Color del producto

Taponado

Básicamente de dos tipos:

- Rosca
- Presión

De los cuales encontramos:

- Corcho

- Plástico con anclaje

- Metálico/maquinado (vertedero abierto y mecanismo irrellenable.)

Las variables más comunes a cuidar en un proceso de taponado son:

- Torque inapropiado
- Fugas de producto
- Defecto de calidad en la tapa

Etiquetado

Clasificación de máquinas con base al tipo de adhesivo en la etiqueta:

- Autoadhesivas
- Goma fría
- Goma caliente
- Etiquetas
- Papel precortada
- Autoadheribles

Las variables de un proceso de etiquetado son:

- Faltante de etiqueta
- Posición incorrecta
- Daño a etiqueta
- Daño por adhesivo
- Desfasamiento
- Burbujas en autoadheribles

Empacado

En base al cierre del corrugado tenemos:

- Cerradas con cinta
- Cerradas con goma caliente

En base al principio de funcionamiento del equipo tenemos:

- Desplazamiento horizontal

- Caída libre
- Desplazamiento vertical Empacado WRAP-AROUND:
- Formado de caja, empacado y cerrado

Codificado

En base a la aplicación del Lote tenemos:

- Tinta
- Láser

Paletizado

Considerando el material envolvente:

- Película retráctil
- Manga termoencogible

Equipos de inspección

Para detección de botella vacía.

- Detección de nivel de llenado y presencia de tapa
- Presencia de Etiqueta En base al peso:
- Se detectan, cajas completas

3. Tipos de envasado

Envasado manual

Es un proceso donde las actividades de alimentación, enjuagado, llenado, taponado, etiquetado y paletizado, generalmente son actividades manuales. Se caracterizan por ser procesos con una amplia variabilidad en las condiciones, tanto de diseño del material como de operación y condiciones bási-

cas de equipos. Son procesos nobles y generalmente se aplican a productos premium tipo artesanal, su ventaja es que llevan una inspección manual al cien por ciento, sin embargo, debemos considerar la variabilidad del proceso, ya que depende de la mano de obra humana.

Envasado semiautomático

Es un conjunto de procesos manuales y automáticos donde la velocidad de operación se encuentra entre las 70-150 botellas por minuto (BPM). Tienen la ventaja que algunos procesos ya no dependen de la mano de obra, sino del equipo, mejorando la repetibilidad y calidad del producto.

Envasado automático (high speed)

Son líneas de producción completamente automáticas donde las velocidades de embotellado sobrepasan las 240 bpm. Las ventajas que tienen estos procesos son:

- Calidad en el producto (repetibilidad y control de proceso)
- Disminución de cuadrilla de personal
- Mejor costo de conversión
- Una alta capacidad de utilización en base a volumen y confiabilidad del equipo

Materiales de envasado

- Los materiales que integran el proceso de envasado son:
- Tequila (por categoría y clase)
- Envase o recipiente (en sus distintos materiales) Tapa Etiqueta
- Caja, y en algunos casos, estuche de presentación para productos premium

4. La etiqueta

Es un rótulo, marbete, inscripción, imagen u otra forma descriptiva o gráfica, escrita, impresa, estarcida, marcada, grabada en alto o bajo relieve, adherida o sobrepuesta al envase del producto, incluyendo el cumplimiento con reglas legales.

El proceso de etiquetado cuenta con diferentes tecnologías de aplicación, entre las que destacan:

Colocación de etiqueta adhesiva

Se caracteriza por ser autoadherible, es la más fácil de colocar por tener menor número de variables de proceso, pero repercute en el costo del material.

Colocación de etiqueta papel

Son las más comunes y comerciales debido a su bajo costo; consiste en un flujo que va desde el suministro de etiqueta, rollo de etiquetas por paletas previamente humectadas de adhesivo, extracción de etiquetas de las paletas por un carrusel que lleva hasta su correcta colocación a la botella y termina el ciclo con un sistema de planchado de etiquetas.

Es importante señalar que durante el diseño de la etiqueta se deben considerar las condiciones de uso del producto, tales como refrigeración, agua, hielo, extremo calor, etc., con objeto de no deteriorar la apariencia de la etiqueta, y por lo tanto, satisfacer las necesidades del consumidor.

Colocación de etiqueta termoencogible

Consiste en la colocación de una especie de funda de material plástico, ya sea por lotes o de forma continua, a altas temperaturas para lograr un termoencogido acorde al diseño y forma de la botella. Este proceso actualmente es más común en productos de cosmetología y cuidado personal.

5. La tapa

Su objetivo es sellar, a fin de que no salga el contenido o penetren objetos extraños, así como facilitar el abrir o cerrar el envase el número de veces que sea necesario. Existe una amplia variedad de tipos de tapa usados en la industria tequilera; para nuestro caso tenemos 3 grupos:

Especiales

En este grupo tenemos las tapas que no son de aluminio ni de enroscado, con formas fuera de lo tradicional, se fabrican en materiales como madera, vidrio, joyería, etc., normalmente se encuentran en productos premium, y tanto la forma de la tapa como de la botella transmiten la particularidad u originalidad del producto a través de una gran diversidad de formas, tamaños y colores.

Steel Cap

Se compone por el casquillo (base) y un “*liner*”, que es de varios materiales, entre otros: espumoso, cartón encerado, plástico, etc.

Rosca de plástico

Es la tapa más comercial, con bajo costo y tiene un proceso sencillo en la operación del envasado. Una desventaja es la facilidad con la que se puede retirar por lo que es más susceptible al proceso de adulteración.

El empaque “*liner*” de una tapa puede definirse como cualquier material que crea un sello entre la tapa y el envase y son usados independientemente del tipo de tapa, generalmente se requiere para compensar las tolerancias o pérdidas de precisión entre las superficies de contacto de la tapa y el envase.

6. La botella

Tenemos más variedad de formas, tamaños y colores de botella que de tipo de tapas; además de cumplir una función de “contener”, tienen objetivos secundarios como la función estética, expresiva y simbólica.

Botella especial

Por lo general no tienen una forma estandarizada dentro del área comercial; está enfocada a productos premium para resaltar el perfil del producto. Poseen un grado de complejidad significativo durante el envasado.

Botella redonda

Es la botella más comercial, fácil de usar y con menos variables a controlar.

Botella oval

Es una botella irregular y comercial, donde el proceso de fabricación lleva una curva de aprendizaje más amplia, el reto a controlar durante el proceso de envasado (etiquetado) es el efecto “curly” de una etiqueta de papel. En esta botella es importante considerar su funcionalidad dentro de la línea de envasado.

Botella cuadrada

Al igual que las botellas redondas, no tienen complejidad en su proceso por contar con superficies planas, presentan accesibilidad para la colocación de etiquetas, tanto adhesivas como de papel.

Mano de obra en envasado

La entidad básica funcional para la elaboración del Tequila comprende al operador, al mecánico y al encargado del área.

7. Operadores

Los principales actores en el proceso de embotellado es el recurso humano, son los responsables de mantener los equipos en condiciones básicas de limpieza, apriete, lubricación, inspección y operación. Son los dueños del proceso y los centinelas al seguimiento de embotellado.

Mecánicos

Representan al experto o al médico de cabecera que resuelve las fallas a través de un minucioso análisis del entendimiento del problema y es donde participan sus conocimientos de ingeniería, tales como mecánica, hidráulica, neumática, etc.

Encargado de área (líder)

Facilitan aquellas actividades que no están en mano de los operarios, a través de prioridades diarias, con los objetivos de lograr los indicadores de niveles de calidad, seguridad, servicio a tiempo y completo.

8. Sistemas de producción

Para ser más competitivos, hoy en día se requieren sistemas que permitan una mayor productividad, reduciendo los costos de fabricación y beneficiando así a los accionistas. Entre algunos de los sistemas de producción tenemos:

Lean

Es un sistema de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor a los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios, es decir, ajustados “Lean”.

La creación de flujo se focaliza en la reducción de los ocho tipos de desperdicios en productos manufacturados:

- Sobreproducción
- Tiempo de espera
- Transporte
- Exceso de procesados
- Inventario
- Movimientos
- Defectos
- Potencial humano sub-utilizado

Figura I



TPM

Gerenciamiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Management). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial, desarrollado a partir del concepto de “mantenimiento preventivo”, compuesto por una serie de actividades ordenadas que, una vez implanta-

das, ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El TPM consta de 8 pilares que se observan en la figura II.

Figura II Los 8 pilares de TPM



TPM, como un sistema, está orientado a lograr el éxito de un negocio:

- Cero accidentes
- Cero defectos
- Cero averías

Tanto el Lean como el TPM están basados en un sistema de eliminación de pérdidas, donde su principal indicador es la eficiencia general del equipo, este indicador permite conocer qué tan eficiente es un proceso. El TPM es una forma de trabajo basada en la eliminación de pérdidas.

Ver Imagen III de la Eficiencia General del Equipo.

Imagen III La Eficiencia General del Equipo

Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos



Factor del OEE/EGE	Clase Mundial
Disponibilidad	90.0 %
Desempeño	95.0 %
Calidad	99.9 %
OEE/EGE Total	85.0 %

SMED

SMED (Single-Minute Exchange of Molde)

Es una metodología que hace posible hacer una configuración (set up) de equipo y un cambio de operaciones en menos de 10 minutos. De ahí el término “single-minute” (minutos de un dígito).

Propósito: Reducir el tiempo necesario para completar un cambio de producto.

Mediante la aplicación de la metodología de SMED, las empresas pueden producir menores cantidades y mayor variedad de productos en menor tiempo, con menos desperdicio y mayor eficiencia para mejor satisfacer las necesidades de los clientes.

5 “S”

Es un método de origen japonés, toma su nombre de la letra inicial de cada una de las cinco etapas que lo componen.

Se inició en Toyota en la década de 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente, para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral. Ver Imagen IV.

Imagen IV Las 5 “S”

Denominación		Concepto	Objetivo particular
Español	Japonés		
Clasificación o Eliminación	整理, <i>Seiri</i>	Separar innecesarios	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
Orden o Organización	整頓, <i>Seiton</i>	Situar necesarios	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
Limpieza	清掃, <i>Seisō</i>	Suprimir suciedad	Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
Normalización o Estandarización	清潔, <i>Seiketsu</i>	Señalizar anomalías	Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
Mantener la disciplina	躰, <i>Shitsuke</i>	Seguir mejorando	Fomentar los esfuerzos en este sentido

Conclusiones

La razón de ser en un negocio son las ventas, y hoy en día la cantidad de marcas de Tequila en el mercado sobrepasan las expectativas de hace unas décadas; razón por la cual, el proceso de envasado debe contribuir con la calidad del producto y con un costo de conversión competitivo, buscando los más altos estándares, la mejor imagen del mercado y al menor costo. Todo ello a través de la mejora y la innovación aplicada al proceso de fabricación del Tequila y del mismo envasado.

Perspectivas

- La perpetuidad del negocio está basado en las ventas y por consiguiente, en el costo de transformación, por lo que es necesario considerar un sistema de pérdidas entre empresa y trabajador, que permitan esa competitividad.
- La flexibilidad de un negocio respecto a los inventarios de producto terminado determinan el tiempo de respuesta ante el requerimiento del cliente.

Bibliografía

A complete Course in Canning and Related Processes, 12 Edition, A Publication of The canning Trade Inc, USA, 1987.
Embalaje de los alimentos de gran consume, Bureau, Multon, Ed. Acribia, España, 1995.
Manual de Ingeniería y Diseño en envase y Embalaje, Antonio Rodríguez, Ed. Ingeniería de Envase y Embalaje, México, 1997.
Sauza Linaje y Leyenda, Una familia que creó una industria para siempre, Jaime Villalobos, Edicsa, México, 2007.

Evaluación sensorial

Dr. Héctor B. Escalona Buendía¹

1. Profesor-investigador, titular del departamento de biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa. e-mail: hbeb@xanum.uam.mx

Contenido

Introducción	351
1. Fundamentos	352
Objetivos de la evaluación sensorial vs catado gastronómico	352
Los sentidos y las características sensoriales	353
El sentido de la vista: apariencia y color	354
El sentido del gusto: cinco sensaciones gustativas	354
El sentido del olfato: olor y aroma	355
Sensaciones de tacto en boca	355
Textura	356
Planeación de las pruebas sensoriales	356
2. Recursos necesarios para la evaluación sensorial	358
El líder sensorial	358
El lugar de pruebas	359
Los jueces sensoriales	362
Reclutamiento y selección de jueces analíticos	362
Jueces consumidores para estudios afectivos	366
3. Pruebas discriminativas	367
Pruebas de diferenciación global	367
Pruebas de diferenciación específica	371
Aplicaciones de las pruebas discriminativas	374
4. Pruebas descriptivas	375
Definición del tipo de perfil, por el líder sensorial	375
Perfiles por consenso	376
Métodos rápidos	379
5. Pruebas afectivas y estudios de consumidores	380
Estudios cuantitativos	380
Estudios cualitativos	382
Bibliografía	383

Introducción

En el concepto actual de calidad de un producto o servicio se involucra necesariamente cumplir con las expectativas y necesidades de los clientes. En el caso de las bebidas alcohólicas, incluyendo el Tequila, sus propiedades sensoriales son determinantes ya que su consumo principalmente está condicionado por el agrado a los sentidos del consumidor, por lo que la evaluación sensorial ha tomado un papel central, tanto en la evaluación y control de la calidad en el proceso de elaboración del Tequila, como en el desarrollo de nuevos productos, ya que el grado de avance científico y tecnológico ha proporcionado información que revela la contribución de cada materia prima y etapa del proceso en el perfil sensorial de un Tequila (Villanueva-Rodríguez y Escalona-Buendía 2012, Escalona-Buendía y col. 2004, López M.G. 1999).

La industria tequilera ha logrado un alto crecimiento y por tanto, hay muchos productos en el mercado, donde cada uno de ellos permite la diversificación de sus perfiles sensoriales; sin embargo, realizando estudios que permitan comprender las preferencias, expectativas y necesidades de los consumidores, se logrará direccionar mejor el desarrollo de nuevos productos hacia una mejor perspectiva de éxito.

La evaluación sensorial proporciona una serie de pruebas que permiten caracterizar y controlar el perfil sensorial de cualquier Tequila, así como también explorar las preferencias, la aceptación y la conducta del consumidor hacia los diversos productos. Este capítulo, por tanto, busca hacer una revisión de los fundamentos, conceptos, y las diversas pruebas en el entorno de la evaluación sensorial que se pueden aplicar en la industria tequilera.

1. Fundamentos

La evaluación sensorial se puede definir como una herramienta multidisciplinaria que conjunta una serie de técnicas que permiten evaluar alimentos, bebidas y cualquier otro producto de interés, por medio de los sentidos. Se considera multidisciplinaria ya que involucra tanto la psicofísica, la fisiología, la probabilidad y estadística, psicología, y está interrelacionada con la fisicoquímica del producto y la mercadotecnia. Afortunadamente no hay que ser experto en todos esos campos para realizar evaluación sensorial, ya que actualmente existe un grupo de metodologías que se han adaptado, tales como las psicofísicas, psicológicas y de mercadotecnia, estructurando diseños experimentales que permiten obtener resultados confiables y definidos, de acuerdo al alcance de cada prueba. Sin embargo, antes de revisar las metodologías, hay que comprender algunos conceptos y fundamentos que permitirán la mejor comprensión de la aplicación de la evaluación sensorial.

Objetivos de la evaluación sensorial vs catado gastronómico

El propósito central de la evaluación sensorial es explorar las características físicas y químicas de alimentos y bebidas por medio de los sentidos para conocer la magnitud y tipo de sensación que estas propiedades producen en los consumidores, así como conocer el efecto que tienen sobre la preferencia y aceptación del alimento o bebida.

Estos objetivos buscan apoyar al desarrollo de productos, al control de calidad y al conocimiento de la percepción del mercado consumidor. Debido a que el enfoque de todas estas pruebas está dirigido a entender cómo percibe el consumidor el producto, se realizan con personas que son parte del gran mercado de consumidores y que no necesariamente requieren una formación técnica ni gastronómica.

Las pruebas se realizan en condiciones que requieren un control y diseño específico para obtener una respuesta específica de cada metodología. No están dirigidas a educar al consumidor, ni necesariamente tienen un enfoque gastronómico. El propósito de la evaluación sensorial es explorar los deseos y preferencias del consumidor, y proveer información relevante para que las áreas de desarrollo y producción puedan establecer las condiciones de proceso y formulación que permitan acercarse a estas preferencias.

El catado gastronómico, por otro lado, busca evaluar la calidad culinaria del producto, proponer opciones para su consumo (forma de prepararse, el maridaje con otros alimentos y/o bebidas) y, por medio de las degustaciones públicas, concursos y muestras gastronómicas, permite dar a conocer de manera más profunda el producto y resaltar propiedades que posiblemente un consumidor general les preste atención. Para este tipo de catado se requiere tener expertos con una formación gastronómica y conocimiento del producto. Por el tipo de pruebas, muchas veces se realizan de manera pública y el catador requiere experiencia y concentración para proporcionar sus evaluaciones; sin embargo, una evaluación de este tipo no refleja la opinión del mercado masivo de consumidores.

Así podemos resaltar que ambos enfoques tienen objetivos diferentes y que son necesarios en la industria tequilera, ya que se complementan en información. Este capítulo sólo contempla el enfoque técnicoindustrial que proporciona la evaluación sensorial, pero es relevante hacer la distinción para una adecuada aplicación e interpretación de cada estrategia.

Los sentidos y las características sensoriales

Los órganos de los sentidos son un elemento fundamental en esta evaluación ya que son los receptores de las señales que los individuos identificamos como las características sensoriales de un producto. La vista, el olfato, el gusto, el tacto y hasta el oído (por ejemplo, el sonido que escuchamos al crujir una papa frita o una manzana) son nuestros receptores con los que percibimos e identificamos cada producto que consumimos. Estas sensaciones no son más que la respuesta que se tiene a las propiedades físicas y

químicas del producto al momento de interactuar con los sensores de cada órgano de los sentidos.

Las características sensoriales que percibimos se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Apariencia y color (vista)
- Olor (olfato)
- Textura (tacto físico)
- Sabor (conjunto de sensaciones químicas al ingerir el producto)
- Gusto (sentido del gusto)
- Aroma (olfato)
- Sensaciones táctiles en boca (trigeminales)

El sentido de la vista: apariencia y color

Visualmente, la apariencia nos representa la forma y el estado físico del producto. En el caso del Tequila, debe ser líquido, pudiendo tener diferentes densidades y viscosidades que se relacionarán con el cuerpo. En la apariencia se debe ver si hay partículas suspendidas o sedimentos y qué tan turbio o transparente es el producto. Por otro lado, el color está directamente relacionado con la longitud de onda del espectro visible que transmite el líquido (en otras palabras, la luz que deja pasar el líquido al hacer incidir una luz blanca). Las propiedades del color son su tonalidad e intensidad, así como la luminosidad, siendo esta última la que indica qué tan claro u oscuro es el producto, el extremo es un blanco o incoloro que transmite todas las longitudes de onda, y el negro el que absorbe todas las longitudes de onda visibles.

El sentido del gusto: cinco sensaciones gustativas

El gusto percibe cinco sensaciones producidas por compuestos que estimulan los receptores localizados en la lengua. Es un sentido con receptores

químicos y se define por el tipo de compuestos que generan la sensación, como se muestra a continuación:

Ácido: presencia de iones H^+ , ácido cítrico, limón, vinagre.

Dulce: azúcares, edulcorantes (aspartame, sorbitol, sacarina, sucralosa.)

Salado: presencia de enlaces iónicos; Cloruro de sodio.

Amargo: quinina, cafeína, péptidos, etc. **Umami:** Glutamato monosódico, 5' nucleótidos.

El sentido del olfato: olor y aroma

El sentido del olfato percibe, tanto el olor u aroma nasal, como el aroma en boca que forma parte del sabor. El aroma se genera de las sensaciones producidas por compuestos volátiles, que al ser liberados del producto, estimulan los receptores del epitelio olfativo. Cuando estas moléculas volátiles se perciben por la nariz sin que se pruebe el producto, generan el olor o aroma nasal; mientras que al ingerir el producto, estas moléculas se liberan en la boca y llegan al epitelio olfativo por la vía retronasal, generando las sensaciones de aroma en boca que son fundamentales en la definición y especificidad del sabor de un producto. En el caso del Tequila todos los sabores afrutados, maderados, herbales, etc., son resultado del aroma en boca, ya que por el sentido del gusto sólo percibimos sensaciones muy generales como dulce, amargo o las otras tres sensaciones gustativas.

Sensaciones de tacto en boca

Sensaciones trigeminales

Son sensaciones percibidas por algunos receptores físicos y químicos que forman parte del sentido del tacto. Están asociadas con sensaciones de irritación que se transmiten a través del nervio trigeminal. Dentro de ellas se encuentran los siguientes atributos: a) astringente, b) efervescente-burbu-

jeante (por efecto del gas carbónico disuelto), c) picante (caliente de capsaicina o frío del mentol o alcanfor), d) quemante (ardor del alcohol) y e) metálico.

Textura

Sensaciones percibidas por receptores de tacto en respuesta a las propiedades mecánicas, geométricas y estructurales del producto, siendo relevantes la viscosidad y la densidad.

Para el caso del Tequila, la viscosidad y consistencia son las propiedades de textura más relevantes asociadas al cuerpo; sin embargo, éstas se interrelacionan con las sensaciones trigeminales que pueden ser más impactantes por el consumidor al estar asociadas con lo rasposo o agresivo, o bien, lo suave o terso en el producto.

Planeación de las pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales generalmente tienen protocolos preestablecidos y se aplican como diseños experimentales establecidos para objetivos puntuales; por lo tanto, es necesario hacer una planeación previa y acoplar la prueba que cada una tiene a su diseño experimental y su análisis estadístico específico, para resolver adecuadamente el objetivo de cada estudio.

Las directrices o puntos de verificación para realizar son los siguientes:

1.- Definir el objetivo de la prueba o estudio. Es decir, planear la pregunta que se quiere responder. Esto es muy relevante ya que se pueden malgastar recursos y tiempos de los jueces en pruebas que pudieran no ser necesarias o que no solucionan el problema específico.

2.- Seleccionar la metodología. Las siguientes secciones describirán a detalle cada metodología. Algo fundamental aquí es decidir si se requiere responder una pregunta asociada a pruebas analíticas como: ¿se detecta la diferencia entre dos productos?, ¿cuál tiene mayor intensidad? o ¿cómo se

describe el olor/sabor del producto? o bien, preguntas afectivas como ¿cuál gusta más? ¿qué tanto gusta mi producto? o ¿qué características gustan a los consumidores? Dependiendo de qué tipo es la pregunta se debe elegir entre una prueba analítica (discriminativa, descriptiva o de sensibilidad) o una prueba afectiva (preferencia, nivel de agrado, o estudios cuantitativos/cualitativos.)

3.- Dependiendo de la metodología seleccionada, definir el lugar de la prueba y el tipo de jueces. Las pruebas analíticas requieren de jueces entrenados y se realizan en condiciones controladas como un laboratorio de evaluación sensorial. Las pruebas afectivas se realizan con consumidores (no entrenados) y deben realizarse en un lugar y condiciones semejantes al consumo del producto (ver la sección de recursos para realizar evaluación sensorial para los requisitos del lugar y los pasos a seguir para la selección y entrenamiento de jueces, cuando éste corresponda).

4.- Definir el diseño específico de la prueba. Aunque las pruebas manejan protocolos generales, hay que adaptarlos dependiendo del número y tipo de muestras a evaluar. Salvo las referencias o productos control, las **muestras** deberán presentarse en contenedores iguales identificados con códigos de números (tres o cuatro dígitos aleatorios). En el caso del Tequila se deberán usar copas de vidrio, pudiendo ser la copa de cognac la más adecuada ya que se puede oler el producto y observarse al tomarlo por el talle. Si se quiere simular la forma de consumo habitual, se puede usar el caballito, sólo que éste, dada la estrechez de su boquilla, impide observar el producto al beberlo, y tampoco permite una olfacción adecuada. El diseño adecuado del **cuestionario** es primordial, las instrucciones deben ser claras, sencillas y acordes con la metodología.

En las instrucciones es recomendable que primero se pida la evaluación de la apariencia, posteriormente el olor, y al final se deguste el producto. Si se van a comparar varios productos pudiera recomendarse primero hacer todas las evaluaciones olfativas y posteriormente probar, por el efecto adormecedor del alcohol. En caso que no se quiera tener el efecto visual, se pueden colocar las muestras en frascos ámbar con tapa, que se dediquen

únicamente a este fin. Otra parte que hay que cuidar en el diseño es seleccionar el **número de repeticiones** que se realizarán y el **orden de presentación** de las muestras, ya que esto es muy importante para evitar sesgos en las evaluaciones.

5.- Una vez realizado el diseño adecuado, se procede a la realización de la evaluación buscando generar todas las repeticiones requeridas y manteniendo el control de los parámetros que pudieran afectar y que no se considere su variación en el estudio. Aquí se incluye temperatura y porción del producto, etiquetas y códigos del mismo tipo y con el mismo color, tipo de contenedores, etc.

6.- Una vez realizada la prueba, hay que recopilar la información en una base de datos y realizar el análisis estadístico correspondiente. Cada prueba, desde su diseño, debe tener identificado su análisis estadístico para tener resultados confiables. En este punto se obtendrá información sobre el comportamiento de los datos y si se detectan diferencias significativas. Esto dará las bases para llegar a las conclusiones.

7.- Una vez realizado el análisis estadístico se obtendrán las conclusiones del estudio o prueba. Estas conclusiones se harán con base al objetivo (paso 1) y deberán contestar la pregunta inicial. Si no se logra responder la pregunta inicial, hubo algún problema en la elección o el diseño de la prueba. La selección de la metodología es fundamental, por lo que en siguientes secciones se hará una revisión de las metodologías más generales para que se tenga más información que apoye la selección adecuada de las mismas.

1. Recursos necesarios para realizar evaluación sensorial: el líder o coordinador sensorial, los jueces y el lugar de pruebas

La evaluación sensorial involucra mediciones, empleando como instrumentos los órganos de los sentidos de personas que usan el mismo mecanismo de evaluación que emplean los consumidores al ver, oler o probar un producto.

El lugar de aplicación de prueba y su diseño es esencial para obtener resultados relevantes y concluyentes. Por lo anterior, si sólo se tiene un lugar de pruebas y un grupo de jueces, no será suficiente para tener una evaluación correcta y dirigida a la solución del problema específico, por lo tanto, debe haber una persona altamente capacitada en los fundamentos y metodologías de la evaluación sensorial que conozca las herramientas estadísticas necesarias. La persona que haga esta función será responsable de coordinar a los jueces, diseñar las pruebas, analizar e interpretar resultados y proporcionar retroalimentación a las otras áreas involucradas. Esta responsabilidad recae en quien podemos llamar “líder” o “coordinador” sensorial. No contar con el líder sensorial es como tener un instrumento muy completo y sensible sin un analista que lo sepa utilizar.

Por lo tanto, si una empresa o institución quiere iniciar un área de evaluación sensorial, lo primero que debe tener es al líder, ya que éste, a su vez, deberá tener conocimientos para el reclutamiento y selección de jueces, su entrenamiento, y el establecimiento de las condiciones de prueba.

El lugar de pruebas: el laboratorio de evaluación sensorial y los estudios externos

Las pruebas sensoriales se ven influenciadas por el contexto de la aplicación de la prueba. En los estudios basados en pruebas analíticas, se deben aplicar en condiciones controladas empleando idealmente un laboratorio de evaluación sensorial, cuyas especificaciones se explican con detalle en la norma ISO 8589:2007. Debe tener al menos tres áreas necesarias para tener el mejor control y lograr la ejecución adecuada de las pruebas.

Debe existir la zona de pruebas o de evaluación individual, donde se encuentran cubículos con separadores que evitan la comunicación y el contacto visual entre los jueces y el analista o líder sensorial.

Las cabinas o cubículos deben tener ventanillas o puertas por donde el líder o analista sirva o retire los materiales de prueba a cada juez.

Esta zona debe estar pintada en colores claros y neutros, y contar con ventilación, extractores y/o purificadores de aire, así como control de temperatura para el confort de los jueces, permitiendo que se concentren en la evaluación y no en el clima o en olores parásitos.

Debe haber una zona de preparación junto a los cubículos, donde se terminan de procesar y sirven las muestras de evaluación. Sólo los analistas o líderes tienen acceso a la zona de preparación, ya que ellos conocen el diseño de prueba y deben mantener un método correcto para manipular las muestras y sus contenedores.

Esta zona normalmente tiene refrigeradores, estufas, tarjas, mesas de preparación y demás artículos como procesadores de alimentos, hornos de microondas, tostadores, etc., que garanticen la preparación de la muestra en la porción, temperatura y estado físico adecuado.

Debe tener también sistemas de extracción de olores, purificadores de agua y, si es necesario para mantener las muestras, puede haber calefacción o aire acondicionado. Debe estar diseñada de manera tal que la única comunicación entre los jueces en los cubículos y los analistas en la zona de preparación sea a través de las ventanillas o puertas de los cubículos. Por último, debe haber una sala para reuniones o “sala de consenso” con las mismas condiciones ambientales que los cubículos, siendo suficiente una mesa y sillas, donde el líder sensorial y los jueces se reúnan para discutir las condiciones de prueba y se tomen acuerdos en las metodologías a seguir en los términos descriptivos que se van a usar y en la forma de asignar respuestas o calificaciones; esto se debe hacer en grupo para asegurar que todos los jueces trabajen de manera homogénea y que los cambios que reflejen se deban a las muestras y no a una variación extrema entre individuos.

En el caso del Tequila conviene tener una zona de preparación con los vasos y copas requeridas, tarja y equipo para lavado de la cristalería (si es factible) así como agua potable. En la zona de cubículos puede haber una pequeña tarja para escupir en cada uno de ellos con su llave de agua para enjuagar la tarja.

Si no se cuenta con un laboratorio de sensorial se puede iniciar con una sala o salón (que pudiera ser un auditorio o salón de juntas) donde se pudieran acondicionar lugares individuales y que se evite la comunicación entre los jueces. Las muestras deben prepararse en otra zona, o bien tenerse listas y servidas cuando lleguen los jueces.

Una sala con una mesa grande puede ser otra opción, pero deben colocarse separadores sobre la mesa que formen cubículos individuales cuando se requiera la evaluación y retirarse los separadores para las sesiones de grupo.

Los estudios de consumidor y pruebas afectivas, que buscan obtener información del consumidor en la forma habitual de consumo, se deben realizar fuera del laboratorio de evaluación sensorial, buscando una condición lo más parecida posible al consumo convencional del producto, por lo que se pueden aprovechar puntos de venta, restaurantes, bares, o bien, proporcionar el producto para su uso en casa. Esto porque el contexto influye en la respuesta afectiva o emocional del consumidor, y el laboratorio de evaluación sensorial está diseñado para homogenizar y suprimir lo más posible el efecto del contexto. A veces es necesario emplear salones de entrevistas por las condiciones de la prueba de consumidor, y las agencias de mercado o las empresas de evaluación sensorial que lidian con muchas pruebas, tienen salones donde se entrevista a los consumidores en mesas individuales; sin embargo, se debe procurar un ambiente agradable que les permita recordar, dentro de lo posible, elementos del consumo habitual (carteles, fotografías, decoraciones, etc.)

Los jueces sensoriales

Las pruebas analíticas requieren de jueces que pasaron por un proceso de reclutamiento, selección y entrenamiento. Estos jueces pueden ser tanto internos, que laboren en la institución o empresa donde se realiza el estudio, como externos que se recluten fuera del entorno de la empresa/institución. Aunque formar un grupo de jueces interno puede requerir menor tiempo y recursos, tiene la limitante que puede presentar algún sesgo por conocer demasiado el contexto y los objetivos de los productos de su propia empresa. Este sesgo se evita con jueces externos, pero éstos requieren mayor tiempo y recursos para su reclutamiento, lo mismo que los costos de mantener operando el grupo (en caso de jueces externos lo más común es que reciban una remuneración).

Por otro lado, para las pruebas afectivas y estudios de consumidor se requiere un número representativo del segmento o segmentos de mercado al que va dirigido el producto.

De acuerdo al nivel de decisión que debe tomarse de estas pruebas, debe aumentar el tamaño y/o segmentación de la muestra para obtener resultados confiables. En este caso hay que trabajar de manera muy cercana al área de mercadotecnia de la empresa, ya que deben tener información respecto al tamaño, distribución geográfica y segmentos de mercado de interés, y si no se tiene esa información, se debe generar antes de realizar estudios de consumidor muy ambiciosos.

Reclutamiento y selección de jueces analíticos

Los lineamientos para reclutamiento, selección y entrenamiento de jueces analíticos se han recopilado en la norma ISO 8586-2012. En general, este proceso consta de tres etapas: difusión de convocatoria, pruebas de tamizado, y la selección de los candidatos para iniciar el entrenamiento.

La convocatoria

Primero se realiza una difusión de convocatoria y se aplica un cuestionario de preselección a los interesados. El Anexo 2.1 muestra un ejemplo de cuestionario de preselección para Tequila adaptado del propuesto por Villanueva-Rodríguez que se ha empleado en los estudios de Cantor (1999) y Garibaldi-Ramos (2004). Este cuestionario y convocatoria permitirán determinar algunos factores relevantes para la selección de los jueces que son:

Motivación: deben mostrar interés en participar en la evaluación del producto y el tiempo para realizar las pruebas.

Hábitos de consumo: deben indicar horarios de alimentos, si acostumbran consumir el tipo de producto que se va a evaluar y si tienen algún rechazo a algún producto, así como si fuman o no.

Salud: se debe preguntar si tienen alguna enfermedad o toman algún medicamento que afecte sus sentidos, y si tienen alguna alergia o intolerancia.

Habilidad analítica: se les pueden hacer preguntas que permitan evaluar si pueden categorizar, escalar o describir algunos conceptos abstractos o subjetivos.

Conviene citar a los interesados con su cuestionario resuelto por completo e informarles qué actividades realizarían como jueces, todos los cuidados y requisitos que deben cumplir, y resaltar la importancia de su labor, para que muestren interés, así como explicarles el compromiso que adquieren. La asistencia puntual a esta reunión y el haber llenado el cuestionario de manera completa y detallada, ya es en sí un criterio de selección, pues demuestra su interés y motivación.

Las pruebas de selección o tamizado

Posteriormente se hace una serie de pruebas que permiten tamizar, del total de candidatos, aquéllos que tienen el mejor potencial para ser jueces analíticos considerando los siguientes aspectos:

Habilidad para identificar y describir estímulos,

Capacidad para asociar o “emparejar” estímulos idénticos en un grupo de muestras problema,

Capacidad para diferenciar estímulos,

Capacidad para diferenciar diferentes niveles del mismo estímulo, Habilidad para la descripción de productos.

Básicamente se busca que los jueces tengan una sensibilidad adecuada, tengan la habilidad de diferenciar intensidades para el uso de escalas cuantitativas y que puedan descomponer los atributos de un producto que permitan su descripción.

La norma ISO propone varios parámetros numéricos mínimos para el proceso: debe reclutarse al menos dos o tres veces más personas de las requeridas para el grupo de jueces; así, si se requieren 10 personas, se deben reclutar entre 30 y 40 para elegir 20 que sigan el entrenamiento hasta llegar a las 10 personas definitivas. El número de personas convocadas depende mucho de los alcances del estudio y de la decisión de la empresa de usar jueces internos y/o externos. Una recomendación práctica es convocar a los más posibles interesados y si se parte de un número pequeño, por ejemplo, entre 20 y 25, que todos hagan las pruebas de selección e inicien el entrenamiento para poder tener registros individuales y posteriormente definir para qué tipo de pruebas tienen el mejor potencial como jueces.

La selección

El primer filtro es el cuestionario de preselección ya que, si por problemas de salud, intolerancia o rechazo, los candidatos no pueden tener interacción con el producto, no podrán seguir en el grupo, pues sus condiciones no permitirán que se concentren en el mismo y generen respuestas confiables. Los no fumadores que muestren interés y no tengan algún impedimento de salud, pueden continuar con las pruebas de tamizado siempre y cuando muestren el compromiso de no fumar los días de las pruebas para no interferir ni con la evaluación de las muestras, ni con los otros jueces.

En general, si el panel va a ser puramente discriminativo, se puede man-

tener un número alrededor de 20 jueces y sólo es indispensable que hayan logrado un buen desempeño en las pruebas de sensibilidad aunque no tuvieran las habilidades descriptivas.

En las pruebas de asociación y detección de estímulos se espera que tengan prácticamente 100% de aciertos. Igualmente es deseable que en las pruebas de intensidad (ordenamiento) puedan ordenar las intensidades con el mayor número de aciertos. Se puede contabilizar aciertos por prueba y hacer ponderaciones en cada uno de los criterios para poder tener una calificación, tanto por prueba, como global para cada candidato y así poder clasificarlos por grupos de acuerdo a su nivel de desempeño. Para la integración del panel descriptivo se hace una subselección del primer grupo, tratando de incorporar aquéllos que conjunten, tanto sensibilidad como habilidades para descomponer el olor, sabor y textura del producto en atributos específicos y que a la vez, distingan intensidades. Un tamaño mínimo de este grupo deberá ser entre 10 y 12 personas.

A veces no es factible contar con suficientes candidatos de origen o suficientes seleccionados que conjunten todas las habilidades, pero lo más relevante es tener un registro individual del desempeño de cada candidato, y en una primera instancia eliminar aquellos que muestren pocas habilidades, para quedarse con los que tengan un desempeño promedio alto, y de ese grupo, se pueda iniciar el proceso de entrenamiento para cada metodología descrita.

El entrenamiento dependerá de la función de los jueces, si va a ser un panel discriminativo, se deben familiarizar con los procedimientos de las pruebas (ver sección: Pruebas discriminativas) realizando éstas con estímulos controlados, es decir, que tengan las propiedades que se desea buscar o el producto “estándar” que se desea controlar.

Es importante que se conozca el poder de discriminación del panel, esto se puede realizar con pruebas de diferenciación sobre estímulos en diferentes intensidades y con la determinación de las pruebas de umbral en los estímulos de interés (ver sección: pruebas de sensibilidad). Es importante monitorear regularmente la capacidad de discriminación del grupo de jueces, ya

que es una estimación del grado de calibración que se tiene del instrumento sensorial, porque si esa habilidad se va reduciendo o es muy variable, serán poco confiables los resultados que se generen durante la aplicación de pruebas relevantes, como sería en control de calidad o en desarrollo y reformulación de productos.

En el caso de jueces descriptivos, además de realizar las pruebas antes mencionadas, el entrenamiento dependerá del tipo de metodología a emplear (ver sección: Pruebas descriptivas)

Jueces consumidores para estudios afectivos

El caso de los estudios con consumidores requiere que los jueces representen completamente al consumidor común del producto. En este sentido, ni los jueces entrenados ni los catadores con formación gastronómica o “sommeliers” cumplen ese requisito, ya que son altamente conocedores y no van a proporcionar información representativa.

Por lo tanto, el juez consumidor o afectivo no debe seleccionarse por algún entrenamiento especial. En este caso el criterio de selección o filtro depende del perfil o segmento de mercado que se busca explorar, puede ser por edad, sexo, nivel socioeconómico, localización geográfica o alguna particularidad específica como deportistas, diabéticos, hipertensos, etc.

En este caso, el número de personas a encuestar es también muy relevante y depende, entre otros aspectos, del nivel de riesgo en la respuesta de acuerdo al problema a resolver. En estudios preliminares para el desarrollo de producto se puede partir incluso de 50 a 70 consumidores. Este número permite conocer la distribución de los datos y hacer estimaciones estadísticas.

En estudios que van dirigidos a estimar un escalamiento, se puede partir de 70 consumidores por cada segmento de población, por lo que un producto que va dirigido a varios segmentos, verá multiplicado su número de personas seleccionadas. En casos donde se debe tomar la decisión de lanzar la producción del producto o la construcción de la línea industrial, se deberá hacer un muestreo representativo, considerando la población com-

pleta de todos los segmentos posibles para que permita cuantificar el error de la estimación y, por tanto, estimar la confiabilidad de los resultados. En este caso es recomendable acercarse al área de mercadotecnia y tener apoyo estadístico para que la inversión del estudio de consumidor sea completamente aprovechada y confiable.

También es necesario considerar que los productos se deben probar en las condiciones más cercanas al consumo (temperatura, contenedor, utensilios) y en un ambiente que no suprima los aspectos afectivos y emocionales, por lo que esto también puede limitar el número de personas a las que se puede acceder en la encuesta.

3. Pruebas discriminativas

Las pruebas discriminativas tienen como objetivo determinar si la diferencia entre dos o más estímulos son detectables o no. Existen pruebas que buscan diferencias de manera global entre los estímulos y otras que buscan diferencias en una propiedad específica. El procesamiento de la información por el juez, así como el tipo de pregunta y respuesta cambian para lograr obtener la información correcta.

Pruebas de diferenciación global

Una comparación global involucra determinar si las muestras a comparar son distinguibles o no, considerando todas sus características. Estas pruebas se aplican justo cuando se pudiera esperar alguna diferencia pero no se sabe en qué atributo específico pudiera ser el cambio, o incluso que pudieran presentarse varios atributos. Estas pruebas son de utilidad en control de calidad para detectar si un lote de producción ha cambiado, o bien, en casos en que se modifican procesos y/o ingredientes de un producto y se quiere verificar si estos cambios son detectables, pero no se tiene determinado en qué atributo cambiará el producto.

Cuando se comparan dos muestras de manera global, las pruebas más conocidas son la prueba triangular y la prueba dúo-trío, y la prueba de comparación por par igual-diferente. Actualmente se han propuesto otras opciones como es la prueba de tétradas que también se discutirá más adelante.

Prueba triangular (ISO 4120:2004): en esta prueba se comparan dos estímulos (productos o muestras) donde una de ellas se presenta repetida, por lo que se presentan tres muestras, pero de antemano se sabe que dos, son idénticas. Esta prueba está diseñada para homogenizar el criterio de cada juez al decidir qué tan grande debe ser la diferencia para considerar una muestra diferente, al usar como referencia las dos muestras idénticas.

Es importante resaltar que la instrucción debe indicar que dos muestras son iguales y una es diferente, para posteriormente preguntar cuál es la muestra diferente.

Se deben balancear las presentaciones entre los jueces y/o repeticiones para asegurar que se prueban todos los órdenes posibles AAB, ABA, BAA, BBA, ABB, BAB. El análisis estadístico se basa en probar que las muestras sólo son diferenciables si la proporción de respuestas correctas es mayor a 1/3 o 33.33 %. Esta prueba tiene una baja probabilidad de acierto por casualidad y se usa para detectar diferencias pequeñas entre muestras, sobre todo cuando no hay una referencia fija contra quién comparar.

Prueba Dúo-Trío (ISO 10399:2004): también compara dos estímulos (muestras), pero una de ellas se considera una referencia. Se presenta una muestra marcada como referencia y otras dos, donde una es idéntica a la referencia y otra es el estímulo contra quién comparar.

Esta prueba también fija el criterio para decidir qué tan distinta debe ser la muestra para considerarse diferente, al tener una referencia idéntica a una de las muestras para comparar. La instrucción debe indicar que se pruebe la referencia, y posteriormente, las dos muestras problema; la pregunta debe pedir que se indique la muestra que es igual a la referencia.

La diferencia con la prueba triangular es que solamente hay dos opciones de

respuesta, y por lo tanto, la diferencia se considera detectable si la proporción de respuestas correctas es mayor $\frac{1}{2}$ ó 50%. Esta prueba se puede usar de manera equivalente a la prueba triangular pero se recomienda cuando se hace recurrentemente y existe una referencia constante que los jueces conocen muy bien.

Pruebas tétradas: Recientemente se ha desarrollado esta prueba que se reporta más poderosa para determinar diferencias. Igualmente se comparan dos muestras, pero cada una de ellas se presenta por duplicado, así que el juez prueba 4 muestras. La correcta instrucción, al igual que las otras pruebas, es determinante para que la prueba sea exitosa: se le debe pedir a los jueces que hagan dos grupos de dos muestras por su similitud. Se debe balancear también el orden de las presentaciones de los posibles arreglos AABB, BBAA, ABBA, BAAB, ABAB, BABA (los primeros dos arreglos serían los posibles acomodos correctos)

La probabilidad de acierto por casualidad es 1/3, al igual que la prueba triangular pero, por el diseño de prueba, tiene mayor capacidad de diferenciación con un número equivalente de respuestas correctas. Una desventaja de la prueba tétrada es que puede saturar a los jueces al presentar más muestras, sobre todo si son evaluadas en boca y la muestra presenta características que pueden irritar como el ardor, astringencia o picor, los cuales están presentes en el Tequila.

Prueba de comparación pareada “igual-diferente” (ISO 5495:2005): La prueba de comparación por par, no específica, sólo involucra presentar a los jueces las dos muestras a comparar y preguntarles si son iguales o diferentes.

En principio sería equivalente a las tres pruebas anteriores, sin embargo, esta prueba presenta el problema que no controla el criterio de decisión de los jueces y es factible que un mismo juez, en varias pruebas con las mismas muestras, algunas veces indique que son iguales y otras, que son distintas, debido a que en ocasiones el juez es más exigente y otras menos, al momento de decidir su respuesta. Justamente las pruebas triangular, dúo-trío

y tetrada fueron diseñadas para que no ocurra este problema de cambio de criterio, así que, si el objetivo es detectar diferencias entre dos muestras, la prueba menos recomendable sería la comparación pareada igual-diferente. Ahora bien, si el objetivo es probar que dos muestras son iguales, pudiera funcionar esta prueba, pero se deben incorporar arreglos donde se presenten pares iguales y pares distintos; es decir, si queremos comparar A y B, que los jueces evaluarán arreglos AB, AA y BB para verificar si realmente detectan la “igualdad” entre A y B o sólo están adivinando.

Prueba A no A (ISO 8588:1987): Para el caso que se tengan dos o más estímulos que se quieran comparar contra una referencia, siempre se tiene la opción de presentar varias pruebas triangulares o dúo-trío. Sin embargo, existe la prueba A no A que permite en una sola sesión hacer las comparaciones. En el protocolo A no A, se presenta la muestra referencia (que llamaremos A) y una serie de muestras codificadas, donde al menos una de ellas debe ser igual a la referencia, y las otras muestras son aquellas con las que se quiere comparar.

La instrucción que se debe dar a los jueces es que prueben la muestra A y la memoricen, y posteriormente prueben cada una de las muestras codificadas indicando en cada caso si son iguales o diferentes de A. Las respuestas se contabilizan en frecuencias y se genera una tabla como la que se muestra a continuación.

Respuestas	Muestra A	Muestra B1	Muestra B2
Igual a A	a	B	C
Diferente de A	d	e	F

a = número de veces que la muestra A fue calificada como “igual a A”

b = número de veces que la muestra B1 fue calificada como “igual a A”

c = número de veces que la muestra B2 fue calificada como “igual a A”

d = número de veces que la muestra A fue calificada como “diferente de A”

e = número de veces que la muestra B1 fue calificada como “diferente de A”

f = número de veces que la muestra B2 fue calificada como “diferente de A”

Esta tabla puede tener más columnas, como muestras se compararon con A. Para establecer la diferencia se realiza un cálculo de ji-cuadrada de independencia, siempre usando las frecuencias de respuestas obtenidas para la muestra A como base. En el caso de este ejemplo, las matrices para el cálculo de las ji-cuadradas serían las siguientes:

	A	B1
Igual a A	a	b
Diferente de A	d	e

	A	B2
Igual a A	a	c
Diferente de A	d	f

La prueba estadística se basa en determinar si las frecuencias están cargadas hacia las respuestas correctas o no. Si las frecuencias se reparten, numéricamente iguales en las cuatro celdas de la tabla, no hay diferencia significativa entre la muestra A y la muestra de interés. Si las frecuencias tienden a cargarse hacia las respuestas correctas y el valor de ji-cuadrada es suficientemente grande (de acuerdo a la significancia estadística) se establece que hay diferencia significativa. Como lectura complementaria para comprender las bases de la prueba de independencia basada en la ji-cuadrada se recomienda consultar a Siegel y Castelán (2005).

Pruebas de diferenciación específicas

Comparación por par direccionada (ISO 5495:2005): En los casos en que el objetivo de la prueba sea concentrar la atención en una característica específica, se deben realizar otros protocolos que permitan enfocar la atención del juez y definir si la intensidad del descriptor de interés es mayor o menor al comparar dos muestras. La prueba más conocida para resolver este problema es la prueba de comparación por par direccionada, es decir, aquella

donde se presentan dos muestras a cada juez y se les pregunta ¿cuál tiene más? o ¿cuál es más intenso? Siempre hay que definir un atributo específico y no usar términos generales como “olor” o “sabor”; en el caso del Tequila pudiera ser ¿cuál es más afrutado? ¿cuál tiene más aroma a vainilla? o ¿cuál es más suave en boca?

Esta modalidad de prueba, recientemente se ha identificado como la prueba 2-AFC (alternated forced choice). Las posibles respuestas al comparar las muestras A y B sería justo la elección de alguna de ellas como la de mayor intensidad, y no se debe permitir la opción de “son iguales”, ya que por un lado cambia al tipo de distribución de los datos de respuesta y por otro, también puede provocar que un juez, que no quiera tomar una decisión (o no ponga suficiente interés), use esa respuesta como alternativa a “no quiero hacer la prueba”, dando resultados falsos. En este caso, la prueba estadística se basa en comparar la proporción de respuestas de A y B, si son aproximadamente 50% en cada caso, no existe diferencia detectable, ya que los jueces escogen alguna de ellas al azar al no poder detectar la diferencia. Si alguna de las muestras tiene una mayor proporción de respuestas a favor y se prueba que es mayor al 50%, se puede establecer que la diferencia es significativa.

La norma ISO de la prueba de comparación por par refiere más detalles de la metodología y del análisis de datos.

Prueba de ordenación por rangos (ISO 8587:2006): En caso que se tuviera un problema equivalente, determinar cuál muestra es más intensa, pero se tienen más de dos muestras, realmente involucrarían al menos tres arreglos de prueba 2-AFC (AB, AC, y BC), esto si sólo fueran tres muestras.

En este caso, y cuando se tengan 3 ó más muestras a comparar, se recomienda la prueba de ordenación por rangos, ya que no sólo indicaría cuál es más intenso, sino también el orden de intensidad proporcionando una estimación semi-cuantitativa del atributo de interés.

En este caso se le presenta a cada juez el total de muestras a comparar en orden aleatorio, (o bien balanceado) y pedirle al juez que acomode las mues-

tras en orden creciente, (o decreciente) de acuerdo a la intensidad del atributo específico.

(Ordene de menor a mayor, o de mayor a menor respecto a _____).

Es importante cambiar el orden entre los jueces para que no todos los jueces prueben la misma muestra al principio y la misma al final. Se puede asignar un orden al azar y posteriormente balancearlo en una estrategia tipo cuadro latino (similar al arreglo de números del juego sudoku) En el cuestionario, cada juez debe acomodar las muestras en orden de intensidad y posteriormente se llena una tabla de resultados de la siguiente forma:

Juez	A	B	C	D
AHE	4	2	1	3
GDO	3	4	1	2
TUW	4	2	1	3
PBT	4	3	2	1
VUE	4	2	1	3
Total	19	13	6	12

Donde los números representan el orden de intensidad y cada juez acomodó la muestra. Estos datos se llaman rangos, por lo que la prueba también se conoce como “ordenación por rangos” o “ranking”. Estadísticamente se pueden establecer diferencias significativas con las tablas de Kramer (O’Mahony 1986, Pedrero y Pangborn 1989), o bien, por medio del análisis estadístico de Friedman, que justo se aplica para comparar muestras relacionadas, sin embargo, también se puede optar por obtener el parámetro índice R que equivale a estimar el porcentaje de comparaciones pareadas, donde una muestra tiene mayor intensidad que la otra.

Para mayor información sobre el cálculo del *índice* R se recomienda las lecturas de O’Mahony 1986, Brown 1974, Escalona-Buendía 1995 y Hernández-Montes 20.

Aplicaciones de las pruebas discriminativas

Como se presentó en cada situación, existen diversas opciones de pruebas discriminativas para diferentes casos, y el experimentador podrá elegir aquella prueba que le conviene de acuerdo a la pregunta que quiere responder. Se recomienda su aplicación en casos de pruebas que se realizan repetidamente, como en control de calidad, ya que no son protocolos muy complicados y requieren de un menor grado de entrenamiento, pues ninguna realiza una cuantificación específica.

Permiten detectar diferencias o cambios en lotes, procesos, sustitución de materias primas, y en dado caso, decidir si se requiere alguna prueba más completa o específica, como sería migrar a una prueba cuantitativa de uno o varios atributos (perfil descriptivo) para cuantificar la intensidad de los atributos que están cambiando.

Estas pruebas se pueden realizar con jueces seleccionados y entrenados que conozcan los protocolos, con criterios homogenizados de la técnica de degustación y que se conozca su sensibilidad, ya sea mediante pruebas del mismo tipo pero con estímulos controlados donde se conoce la intensidad de los estímulos (composición y propiedades físicas) o bien, que se tengan documentados los umbrales (ver pruebas de sensibilidad) para atributos sensoriales definidos.

Debido a que son protocolos relativamente sencillos y poco tardados, también es factible realizar estas pruebas con consumidores, pero en este caso se debe seleccionar el perfil de consumidor y asegurar que sea una muestra representativa, tanto cuantitativa como cualitativa, de la población que consume el producto a evaluar. La ventaja de realizar esta prueba es que se tiene una estimación de la respuesta directa del producto en el mercado, aunque a veces pueden ser más costosas y complejas si se tiene un perfil de consumidor muy variado.

4. Pruebas descriptivas

Las pruebas descriptivas son en principio las metodologías más complejas en evaluación sensorial, ya que permiten descomponer las percepciones globales de apariencia, olor, sabor, textura en atributos específicos que se pueden asociar a las propiedades químicas y físicas evaluados instrumentalmente, y también buscan la estimación cuantitativa de la intensidad de dichos atributos. Estas pruebas permiten responder la pregunta ¿a qué sabe o a qué huele el producto?, y no manejar términos como “sabor característico” u “olor característico”, además de estimar qué tan intensos son los atributos en un producto. Aunque son pruebas muy completas y generan información muy importante, requieren de tiempos largos y un mayor uso de recursos para obtener resultados confiables, ya que el proceso de entrenamiento puede ser muy prolongado hasta que se pueda validar que el grupo de jueces está en condiciones para realizar evaluaciones.

Estas pruebas se recomiendan para las áreas de investigación y desarrollo que permitan, ya sea perfilar los productos que se están desarrollando o reformulando, o bien, investigar defectos o problemas en productos que fueron rechazados por algún problema sensorial.

Los pasos generales para la realización de los métodos descriptivos son los siguientes:

Definición del tipo de perfil por el líder sensorial

- 2.- Reclutamiento y selección de jueces, coordinado por el líder sensorial
- 3.- Generación y/o definición de descriptores, líder y grupo de jueces
- 4.- Entrenamiento de los jueces en la identificación cualitativa y en la cuantificación de los descriptores, coordinados por el líder sensorial
- 5.- Diseño experimental de la evaluación, por el líder sensorial
- 6.- Aplicación de la evaluación por los jueces, coordinado por el líder sensorial

7.- Análisis estadístico de resultados, por el líder sensorial

8.- Generación de informe de resultados, por el líder sensorial

La definición del tipo de perfil depende del objetivo del estudio, ya que se puede realizar sólo de olor, de sabor o de textura. Se puede decidir realizar un perfil completo por el método del Análisis Descriptivo Cuantitativo ADC (Stone y Siedel 2004) o un perfil spectrum desarrollado por Civille, o bien, optar por una alternativa de perfil rápido como el Perfil Flash (Siefferman Carmona Escutia 2012). Una revisión completa de los métodos descriptivos, se puede consultar en Meilgard y col. 2004 y Lawless y Heyman (1999). La selección y reclutamiento de jueces se hace como se describió anteriormente (ver sección: Recursos para realizar evaluación sensorial) Se debe asegurar que se reclutan y seleccionan mínimo 15 personas para garantizar que al menos se contará con 10 jueces descriptivos.

Perfiles por consenso

La definición o generación de descriptores es la etapa que diferencia cada metodología de este tipo. Mientras que en un perfil convencional o el método ADC los descriptores se generan por los mismos jueces mediante una primera descripción individual y posteriormente, mediante una depuración por sesiones de consenso y el uso de referencias con materiales puros o soluciones de compuestos puros; en la estrategia *spectrum* ya se tiene un listado de descriptores con sus referencias y se va enseñando a los jueces a conocerlos e identificarlos.

Ambas estrategias requieren de varias sesiones, recursos para la obtención de las referencias y trabajo, tanto grupal como individual de los jueces.

En opinión del autor, una estrategia combinada es adecuada, ya que, por ejemplo, los atributos del gusto, las sensaciones trigeminales y los términos de textura ya están definidos y se tienen referencias que pueden facilitar la familiarización por parte de los jueces. Por el lado del olor y aroma en boca es mucho más complicado partir de un vocabulario fijo, ya que muchos de

los nombres que toman estos descriptores se asocian a algún otro material, como frutas, hierbas, especias, etc., por lo que el término a usar podrá ser entendido dependiendo de la experiencia de los jueces y el tipo de productos con los que están relacionados.

Lo importante es generar un vocabulario que incluya los términos que engloben de la manera más completa el carácter sensorial del producto, y que todos tengan una definición y una referencia asociada para poder considerar repetible y consistente la evaluación realizada. El anexo 4.1 muestra un ejemplo de vocabulario desarrollado para Tequila (recuerde que estos términos no son absolutos, se deben verificar con los jueces y dar la opción de ajustarlos, y aumentar o disminuir para lograr que el panel comprenda la definición y reconozca la referencia asociada a cada palabra.)

Una vez que se tienen definidos los descriptores, la siguiente tarea es la cuantificación. Se recomienda usar escalas gráficas no estructuradas para la evaluación (ISO 4121:2003), pero para llegar al correcto uso de esta escala se deben hacer varias etapas previas (Anexo 4.2 muestra el esqueleto de un cuestionario con escalas no estructuradas para un perfil descriptivo). Primero, aprovechando las referencias, se pueden preparar soluciones o muestras con diferentes intensidades de varios descriptores y pedir a los jueces que las ordenen (por prueba de ordenación), posteriormente se les puede pedir que las ordenen y asignen distancias en la intensidad, evaluando todas las muestras en la misma escala gráfica.

Una vez que se verifica que los jueces pueden ordenar por intensidades y ser repetibles en el valor de las intensidades en soluciones con los estímulos, se puede practicar con el producto complejo sabiendo de antemano que se colocan muestras diferentes.

Una vez más se verifica la repetitividad y la capacidad de encontrar diferencias, tanto para los jueces como para cada atributo o descriptor. En esta etapa se puede decidir si es necesario eliminar a algún descriptor que tenga problemas en su identificación o cuantificación, lo mismo que alguno de los jueces (se recomienda no eliminar al juez, pero sí revisar sus datos para determinar si se toman en cuenta o no sus resultados).

Hasta esta etapa (1 a 5), lo que se hizo es desarrollar y calibrar el instrumento de medición, con lo que se puede proceder a la evaluación como tal. A partir de este punto, cada prueba tendrá un diseño experimental donde lo más sencillo es pedirle a cada juez que evalúe cada muestra en todos los descriptores y posteriormente realizar repeticiones. Dependiendo del grado de repetitividad documentado en el entrenamiento, se pueden realizar dos o tres repeticiones. El orden de presentación de las muestras se debe balancear entre jueces y entre repeticiones para evitar que el juez memorice el orden de las muestras y que haya algún efecto del orden de presentación de los productos.

Los datos de los perfiles sensoriales se analizan obteniendo promedios de intensidad para cada producto en todos sus atributos y su desviación estándar relativo a las repeticiones.

Es de esperarse que el valor de la desviación estándar entre réplicas tenga un máximo de 30% respecto al valor promedio (coeficiente de variación). En experiencia del autor, se pueden aceptar coeficientes de variación hasta del 50% siempre y cuando se pueda validar que el grupo de jueces puede encontrar diferencias entre muestras experimentales mediante una prueba estadística.

Con los promedios de cada descriptor se puede generar un diagrama radial o de “telaraña” para cada producto, y esto puede interpretarse como un perfil descriptivo gráfico. Estos gráficos son de gran utilidad porque se pueden analizar desde dos perspectivas: una global, donde se ven cambios en la figura que, mientras más grande sea, indicará que el producto es sensorialmente muy diferente, y también se ven los cambios individuales en intensidades de descriptores específicos.

La comparación de los valores promedio se puede hacer con prueba *t-student* si sólo son dos productos, o por medio de un análisis de varianza con dos vías (productos y jueces) si son más de dos productos. En caso que sólo sea un producto se puede optar por reportar los promedios y desviaciones estándar para todos los descriptores, esto servirá como referencia para futuras comparaciones y el mismo control de calidad.

Métodos rápidos

Aunque los perfiles por consenso son los más completos en una evaluación descriptiva, no siempre se cuenta con el tiempo o los recursos suficientes para realizarlos, por lo que se han desarrollado algunas alternativas.

Se pueden, por ejemplo, realizar perfiles cualitativos con listas de posibles descriptores y que los jueces solamente marquen si están presentes. Aquí se puede hacer un listado de una descripción preliminar y conjuntar con términos ya reportados.

Otra alternativa es hacer un estudio de agrupamiento o *sorting task* (Chollet y col. 2011) donde se formen grupos por similitud entre los productos y posteriormente se pide que se asignen descriptores a cada grupo. Otra opción es el Perfil Flash, en el cual cada juez genera una primera lista preliminar de descriptores al probar el producto, posteriormente se agrupan y depuran por sinónimos, generando una lista de la cual, cada juez selecciona su propia lista individual de términos.

Tanto en el método de agrupamiento como en el Perfil Flash se requiere herramientas estadísticas multivariadas: escalamiento multidimensional y análisis de correspondencias para el primero, y el análisis Procrustes generalizado para el Perfil Flash. En todos los casos se reduce el tiempo de trabajo con los jueces pero el manejo de los datos es más laborioso y, sobre todo, siempre existe el riesgo de lograr encontrar diferencias entre productos pero que no haya congruencia del todo al tratar de explicar qué descriptores son responsables de las diferencias. Mientras más experiencia tengan los jueces en el producto, será más factible lograr resultados consistentes con estos perfiles rápidos.

No obstante sus limitaciones, las estrategias rápidas permiten generar resultados mucho más rápidos que el perfil convencional y pueden emplearse como etapas de avance para obtener al final de varias pruebas, un vocabulario consensado con sus referencias asociadas.

5. Pruebas afectivas y estudios de consumidores

Estas pruebas buscan estimar la percepción del consumidor en diversos aspectos, como lo es el nivel de agrado, aceptación, preferencia y motivaciones que derivan en la adquisición del producto. Los estudios afectivos y de consumidores pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos.

Estudios cuantitativos

Pruebas de preferencia

Las pruebas de preferencia son la versión afectiva de las pruebas discriminativas específicas. Una opción es la prueba de comparación por par direccionada, donde la pregunta central es ¿cuál te gusta más? comparando dos productos. En principio se compara la proporción de respuestas favorables a cada una de las muestras, donde una proporción 50%-50% indica que a la mitad de la población representada le gusta el producto de interés, y se puede estimar la proporción de población que prefiere cada uno de los productos a comparar. En caso que se tengan dos o más productos a comparar se puede emplear la prueba de ordenación y estimar para cada posible par el parámetro índice R que estimaría la proporción de la población que le agrada a los consumidores para cada par posible.

Una desventaja de estas pruebas es que no permiten estimar qué tan agradables son los productos y sólo indican una comparación relativa a las muestras de estudio.

Pruebas de nivel de agrado

En caso que se requiera conocer qué tanto gusta un producto, se emplea una evaluación con una escala de nivel de agrado o hedónica. Esta escala presenta términos de agrado y desagrado en diversos niveles crecientes, donde se recomienda tener entre 7 y 9 términos, como se muestra en la siguiente figura.

- Escala hedónica
- +3 Extremadamente agradable
 - +2 Medianamente agradable
 - +1 Ligeramente agradable
 - 0 Ni me gusta ni me disgusta
 - 1 Ligeramente desagradable
 - 2 Medianamente desagradable
 - 3 Extremadamente desagradable

Los datos se analizan obteniendo la distribución de frecuencias para cada nivel de la escala, y se pueden comparar modas, medianas y medias. Se pueden emplear estadísticos que comparan distribución de frecuencias como la ji-cuadrada y comparaciones de medianas entre los productos mediante pruebas no paramétricas como wilcoxon, prueba de Friedman. En caso que se tengan suficientes datos y se pueda asumir distribución normal, se pueden hacer comparaciones de medias con análisis de varianza.

Las pruebas con escalas hedónicas pueden realizarse sobre características globales como olor, sabor, textura, o bien, una evaluación general ya que un consumidor no descompone estas propiedades en atributos específicos.

Pruebas de intensidad y escalas “justo como lo esperaba” o JAR (just about right)

En caso que se requiera estimar la intensidad percibida por los consumidores en atributos específicos, se pueden usar escalas categóricas de intensidad (escalas ordinales) dependiendo de la naturaleza del descriptor. En caso que sea un atributo indeseable, como un sabor avinagrado, un tufo a humedad o mohoso, etc., se puede usar una escala desde “ausente” hasta “muy intenso”. En caso que se busque estimar la intensidad de un atributo deseable y distintivo del producto se puede usar la escala JAR (Just about right) o *justo como lo esperaba*, que permite comparar la intensidad del atributo y también puede indicar si la característica está en el nivel esperado, o está sobrado, o le falta incrementarse. Esto pudiera ser la “suavidad”

(smoothness) del Tequila, o la nota de olor/sabor frutal o amaderado. Deben ser atributos que reconozcan fácilmente los consumidores y que se encuentren en intensidades arriba del umbral, por lo tanto, estarán presentes. Ejemplos de estas escalas se muestran en la siguiente figura:

Escala categórica de intensidad	Escala del punto perfecto (JAR)
0 Ausente	+2 Mucho más de lo que esperaba
1 Poco Intenso	+1 Un poco más de lo que esperaba
2 Moderadamente intenso	0 Justo como lo esperaba
3 Medianamente intenso	-1 Un poco menos de lo que esperaba
4 Muy intenso	-2 Mucho menos de lo que esperaba

Los datos, al igual que la escala hedónica, se analizan obteniendo la distribución de frecuencias para cada nivel de la escala, y se pueden comparar modas y medianas con pruebas como la ji-cuadrada, y comparaciones de medianas por prueba de Wilcoxon (dos productos) o Friedman (más de dos productos)

Estudios cualitativos

Los estudios cualitativos permiten obtener información exploratoria que permite extraer información para futuros estudios cuantitativos, ya que permite conocer conductas y comportamientos que de antemano no se pueden identificar y, por lo tanto, no se tienen preguntas específicas. Asimismo, la escala hedónica a veces puede dar información cambiante dependiendo del contexto, y además, el nivel de agrado no necesariamente indica que el producto será comprado y/o consumido. Dentro de los estudios cualitativos se encuentran los siguientes:

- **Focus group:** Estudios con grupos pequeños representativos de consumidores. Se basan en discusión y dinámicas que permiten evaluar el comportamiento del consumidor.
- **Estudios en punto de venta:** Evalúan el comportamiento del consumi-

dor al momento de adquirir el producto, buscando estimar las motivaciones de compra.

- **Evaluación del concepto de producto y respuestas emocionales usando imágenes** (estrategias de agrupamiento, asociación con fotos, colores, imágenes).

Bibliografía

Brown J. 1974. Recognition assessed by rating and ranking. *British Journal of Psychology* 65: 13-22.

Cantor E. (1999). Evaluación de los compuestos volátiles representativos del olor del Tequila. Correlación de mediciones instrumentales y mediciones sensoriales. Tesis Ingeniero Químico. CUCEI. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México.

Carmona-Escutia R. P. (2013). Evaluación comparativa de dos métodos rápidos para generar perfiles descriptivos en alimentos. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana.

Chollet S., Lelievre M. Abdi H. y Valentin D. (2011). Sort and Beer: Everything you wanted to know about sorting task but did not dare to ask. *Food Quality and Preference* 22, PP. 507-520.

Escalona-Buendía H. B. (1995). Evaluación estadística de metodologías sensoriales a través de estudios de caso. Tesis de Maestría en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana.

Escalona-Buendía H.; Villanueva-Rodríguez S.; López-Ramírez J.E. González-Herrera R.M.C.; Martín del Campo-Barba S.T.; Estarrón-Espinosa M.; Cosío-Ramírez R. & Cantor-Solórzano E. (2004). Calidad del Tequila como Producto Terminado (Capítulo 6) en **“Ciencia y Tecnología del Tequila: avances y perspectivas”**. CIATEJ-CONACYT. pp. 172-256.

Garibaldi-Ramos N.O. (2004). Calidad sensorial y parámetros físico-químicos de Tequilas reposados relación con el fabricante. Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo. CUCEI, Universidad de Guadalajara. México.

- ISO 4120:2004. Sensory analysis -- Methodology -- Triangle test.
ISO 4121:2003. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales.
ISO 8586:2012. Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
ISO 5495:2005. Sensory analysis -- Methodology -- Paired comparison test.
ISO 8587:2006. Sensory analysis -- Methodology – Ranking.
ISO 8588:1987. Sensory analysis -- Methodology -- “A” - “not A” test.
ISO 8589:2007. Sensory analysis -- General guidance for the design of test rooms.
ISO 10399:2004. Sensory analysis -- Methodology -- Duo-trio test.

Lawless H.T. y Heymann H. (1999). Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices. Kluwer-Plenum, Nueva York E.U.A.

López M.G. (1999) Tequila Aroma. In F.Shahidi y C-T Ho (Ed.) Flavor Chemistry of Ethnic Foods. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Nueva York, E.U.A. 211-217.

Meilgaard M.C, Civille G.V. y Car B.T. (2007). Sensory Evaluation Techniques . CRC Press. Florida E.U.A.

O'Mahony M. (1986). Sensory Evaluation of Food. Statistical Methods and Procedures. Marcel Decker. Nueva York. E.U.A. **Pedrero D.L. y Pangborn R.M. (1989) Evaluación Sensorial de los Alimentos.** Editorial Alhambra Mexicana.

Sieffermann, J. M. (2000). Le profil flash – un outil rapide et innovant d'évaluation sensorielle descriptive. In: AGORAL 2000, XIIèmes rencontres «L'innovation: de l'idée au succès» (pp. 335–340), Montpellier, France.

Stone H. y Siedel J.L. (2004). Sensory Evaluation Practices. Elsevier- Academic Press. 4a Edición. California, E.U.A.

Villanueva-Rodríguez S. y Escalona-Buendía H. (2012). Tequila and mezcal: sensory attributes and sensory evaluation. En J.R. Piggott (Editor). “Alcoholic beverages: Sensory evaluation and consumer research”. UK Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition No. 225. Gran Bretaña.

Tecnologías de filtración en la industria Tequilera

Ing. Antonio Sánchez Loredo

Contenido

Introducción	387
1. Principios básicos de filtración	387
Mecanismo de filtración	388
Intercepción directa	389
Impacto inercial	389
Intercepción disfuncional	390
2. Clasificación de filtros / profundidad y superficie	390
3. Rangos de retención	396
Retención nominal	396
Retención absoluta	397
Parámetros a considerar en la selección de un filtro	399
Materiales de construcción de medios filtrantes	401
Hidrofílico e hidrofóbico / filtración de aire	406
3. Prefiltración y sistema balanceado	409
Importancia del área filtrante	412
4. Filtración con placas filtrantes	414
Edge flow technology, concepto y aplicación	419

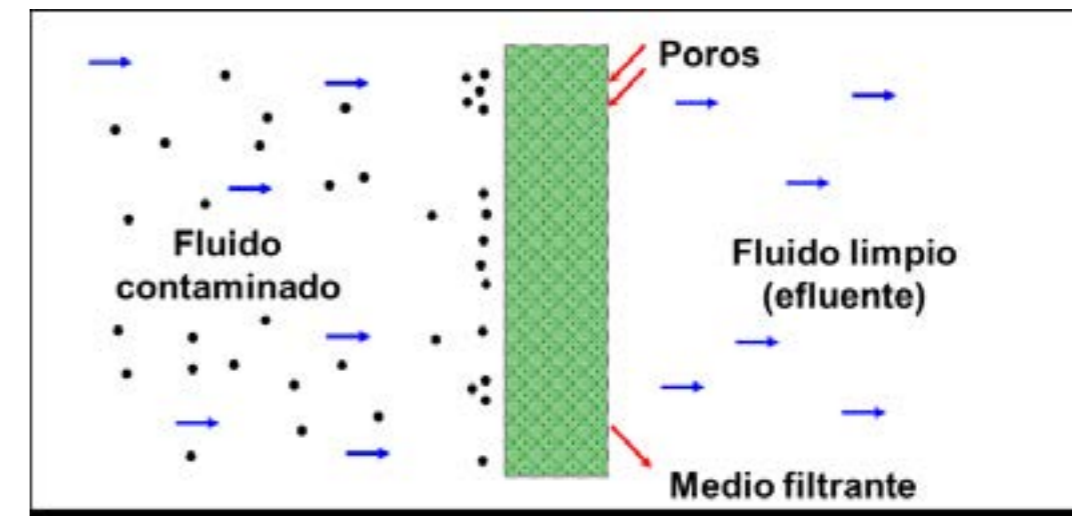
Introducción

Objetivo: aportar bases claras y específicas que ayuden, tanto al entendimiento de la función de un medio filtrante, como a la selección misma de éstos en los diferentes pasos del proceso.

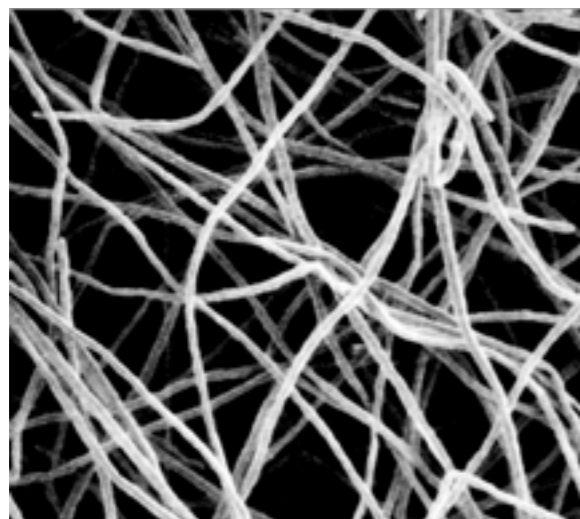
Contenido: va dirigido a las etapas de filtración en que existe contacto con el Tequila, dejando un espacio posterior para los temas de tratamiento de agua, así como el tema de tratamiento de sub productos y/o residuales (vinazas). Se aportan fundamentos teórico-técnicos que suministran información útil en la selección y manejo de las tecnologías de filtración en la producción de Tequila.

1. Principios básicos de filtración

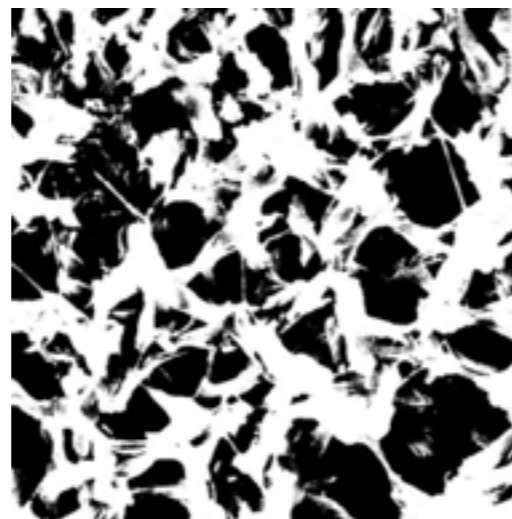
Genéricamente, filtración es la retención de partículas contenidas en un fluido (líquido o gas), durante su pasaje por un medio permeable.



El filtro contiene pasajes interconectados desde la entrada del fluido hasta su salida, que forman un camino tortuoso, quedando así separadas las partículas contenidas en el fluido. Puede ser de material polimérico poroso o estructura fibrosa.



Membrana



Estructura fibrosa

En la terminología de la filtración clásica, por lo general se describe a un filtro por su grado de retención en micras, y con esto se indica el tamaño de partícula al que tiene la capacidad de retener, se describe con el símbolo “ μ ” y equivale a la millonésima parte de un metro.

Cuando el porcentaje de partículas suspendidas en el fluido es alto, la separación de las mismas se le denomina filtración gruesa, y cuando hablamos, por ejemplo, de una concentración en los niveles ≤ 100 ppm se le denomina proceso de clarificación de fluidos.

Mecanismos de filtración

Las partículas suspendidas en un fluido son retenidas por 3 mecanismos básicos:

- Intercepción directa
- Impacto inercial
- Intercepción difusional

El rol de cada uno de estos mecanismos y su impacto en la “eficiencia” depende de la construcción del filtro y del mismo fluido.

Intercepción directa

Este mecanismo es el más sencillo de comprender, ya que se refiere a la retención de las partículas por exclusión de tamaño; es decir, cuando la partícula es mayor que el poro del medio filtrante.

Existe también en este mecanismo un efecto denominado “puente”. En la realidad, la mayoría de las partículas son de forma y tamaño diferentes, por lo que pueden generar este fenómeno por dicha geometría irregular o cuando dos o más partículas intentan entrar en el mismo orificio.

Impacto inercial

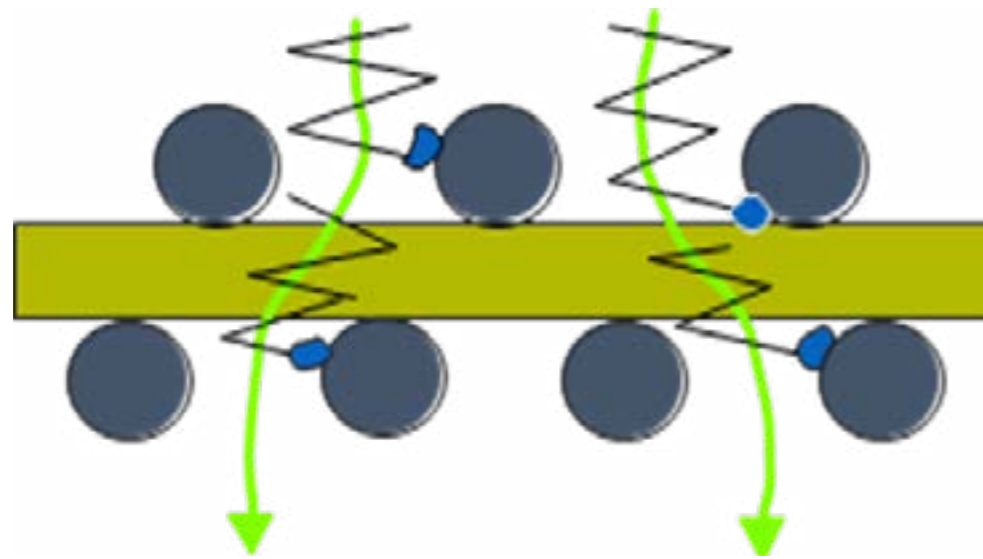
Considerando nuevamente la construcción de los medios filtrantes, en que su espesor consiste en “caminos tortuosos”, el fluido tratará de seguir la trayectoria de menor resistencia, mientras que la partícula, debido a su masa y velocidad, se crea un momentum de manera tal, que ésta deja la trayectoria del fluido para impactarse en el medio filtrante y quedar así retenida en la pared dentro del mismo.



Las partículas afectadas por el movimiento aleatorio de las moléculas de gas se impactan en el medio y son retenidas por adsorción.

Intercepción difusional

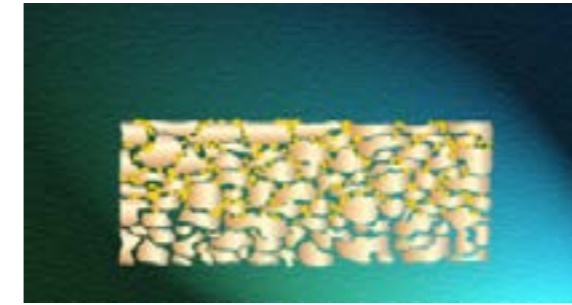
Este mecanismo es de mayor relevancia en la filtración de fases gaseosas. Es aquí donde partículas muy pequeñas (submicrónicas), al estar dentro del medio filtrante y debido a su constante choque y movimiento aleatorio dentro de toda la trayectoria “tortuosa” (movimiento Browniano), provoca que la probabilidad de impacto en el medio filtrante sea alto y por ende, quedar atrapadas.



Las partículas afectadas por el movimiento aleatorio de las moléculas de gas se impactan en el medio y son retenidas por adsorción.

2. Clasificación de filtros, Profundidad y superficie

Dada la diferente construcción de los medios filtrantes, se denomina a los filtros en profundidad o de superficie.



Superficie

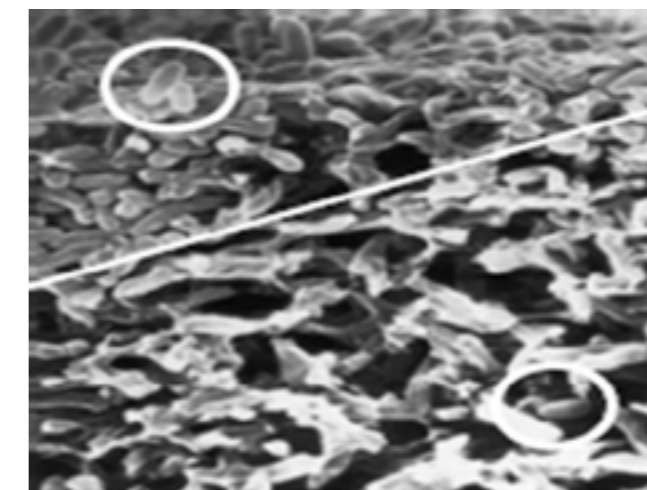


Medio de profundidad

Superficie se refiere por lo general a una filtración similar al tamizado, es decir, en un sólo plano (tamiz), y a los de superficie se les distingue por su alta capacidad de retención de partículas suspendidas tanto en la superficie como en el grosor del medio.

Sin embargo, los medios filtrantes, tanto de material polimérico poroso como el de construcción fibrosa, tienen capacidad de retener partículas dentro de su medio, sólo que podemos definir que los primeros tienen mayor capacidad de retención de partículas en su superficie (denominados filtros de membrana), mientras que los segundos tienen mayor capacidad dentro de su espesor.

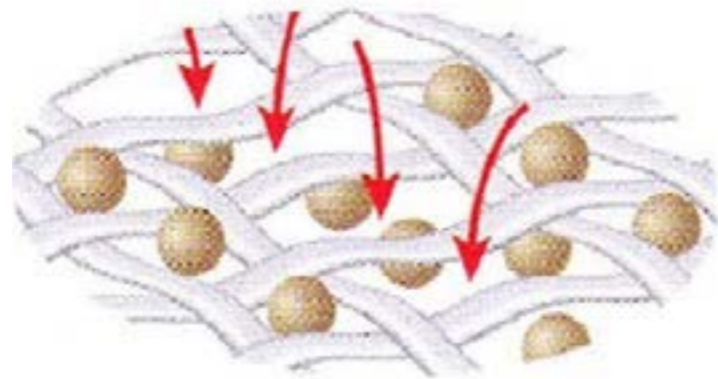
En la siguiente imagen se presenta una microfotografía de una membrana de nylon 6,6 en donde, en su superficie como en su interior, es capaz de retener microorganismos (membrana en 0.2 micras absolutas, grado esterilizante).



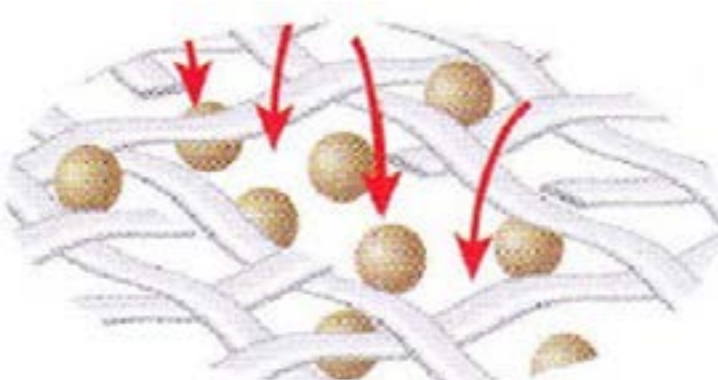
Retención sólo en la superficie, internamente “limpio”

Los filtros de profundidad por lo general son utilizados como prefiltros (filtración, gruesa o pulidores), mientras que los de membrana son para la filtración fina. Igualmente, ambos tienen sus diferentes eficiencias de filtración (rangos de retención).

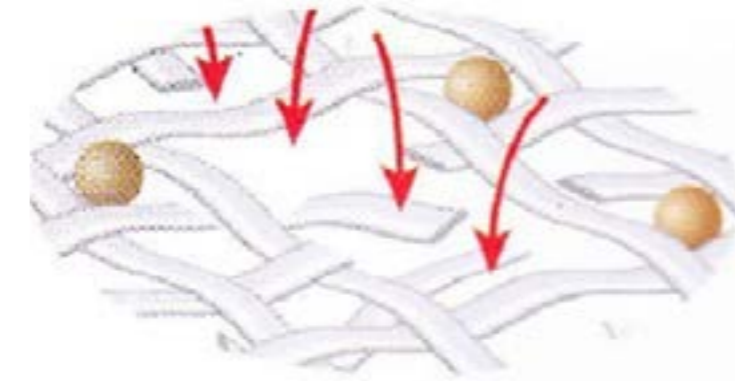
Dentro de esta clasificación genérica, podemos mencionar que existen filtros de poros deformables y no deformables. Como ejemplo de los primeros podemos mencionar los filtros encordados (hilados), fieltros o celulosa, donde el inconveniente en un proceso es lo siguiente:



Canalización: cuando los poros del medio filtrante se deforman por temperatura o pulsos de presión, se generan poros mayores a los originales y, como consecuencia, la descarga de los contaminantes que habían sido retenidos.



Descarga de contaminantes: cuando se rompe la estructura del medio filtrante, permitiendo así la descarga de los contaminantes al lado limpio del proceso y contaminando el producto.



Migración del medio: muy característico en los filtros del tipo encordados, donde el medio filtrante se daña, dejando pasar así fibras del mismo filtro y partículas que habían sido retenidas.

La siguiente imagen muestra filtros muy susceptibles a deformaciones del poro:



Filtros encordados



Filtros bolsa

Este tipo de filtro es útil en aplicaciones de filtración muy gruesa y con los correspondientes cuidados en el manejo de las presiones del proceso. Retención de "lodos" por ejemplo. No es muy recomendable su uso como

prefiltración y/o pulido del producto.

Es en estos casos que la selección de la construcción es importante, un ejemplo de este tipo es donde la construcción consiste en fibras de diferente diámetro, facilitando:

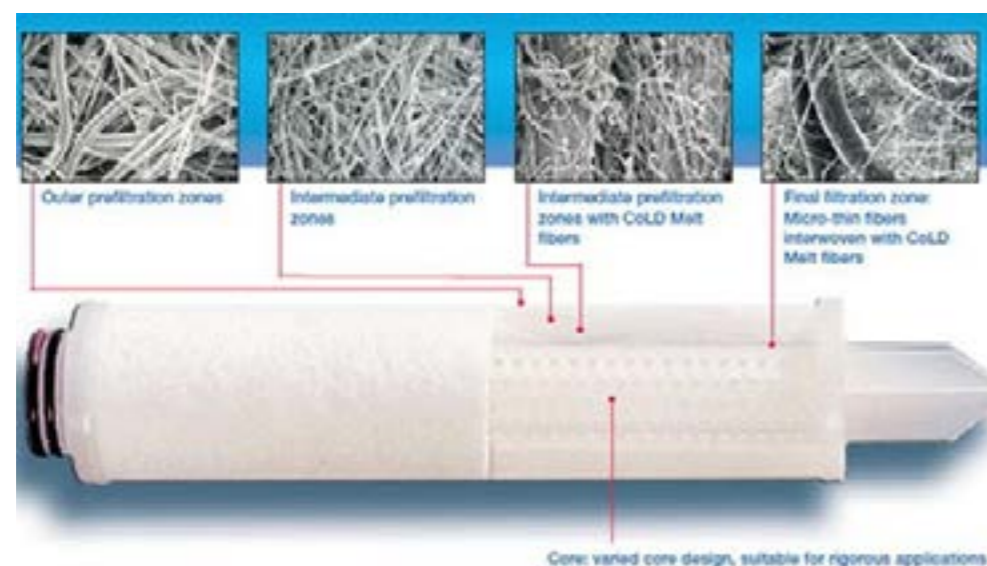
Mayor capacidad de retención (espacio vacío)

Fibras “termosoldadas”

Libre de surfactantes, sin adhesivos

Poros fijos

Densidad graduada, mayor capacidad de retención para una amplia distribución de partículas.



Otra de las características de construcción de los filtros, es la característica de “uniformidad de poro”; existen de poro uniforme y densidad graduada. La diferencia radica en que la porosidad gradual tiene la ventaja de captura de retención de mayor volumen en peso de contaminantes (en el espesor del medio como en su superficie), mientras que el de porosidad uniforme suele presentar menor tiempo de vida al retener mayormente en su superficie, debido a que el filtro de densidad graduada, conforme el fluido pasa por el filtro hacia la parte central, el poro se va haciendo de menor tamaño, permitiendo la retención de sólidos más pequeños en la parte interna. Mientras que el filtro de densidad uniforme, tiene el mismo tamaño promedio

de poro, tanto en la superficie como en el centro, reteniendo las partículas sólo en la superficie.

En las siguientes imágenes se presenta un ejemplo de estas dos características, donde se evaluaron ambas tecnologías exactamente bajo mismas condiciones de proceso, nótese la diferencia entre la retención en la superficie (poro uniforme) y la retención dentro del espesor del segundo (mayor retención en volumen).

Porosidad uniforme (foto muestra retención básicamente en la superficie)



Retención dentro del medio, mayor eficiencia en retención.

Densidad graduada:



Ambos filtros se pesaron antes de uso, se corrió el proceso bajo las mismas condiciones instalándose en el mismo portafiltro multielemento en iguales

cantidades; el primero, luego de pesarlos al final de uso, retuvo 10 grs mientras que el de densidad graduada captó 18 grs, es decir, casi el doble que el de poro uniforme.

Como conclusión, no hace mucho sentido una clasificación de filtración por superficie y profundidad, a excepción de los tamices metálicos, ya que en ambos casos existe retención dentro del espesor de los medios filtrantes. Lo cual nos lleva más bien a definir dos tipos de estructura de medio:

Estructuras que son fácilmente susceptibles a que su estructura sufra daño a condiciones de diferencial de presión baja y/o pulsante (caída de presión por debajo de los 15-20 psi).

Estructuras en la que los poros de los filtros no se ven alterados a condiciones de diferencial de presión (ejemplo, 25–30 psi).

3. Rangos de retención

Es el tamaño de poro del medio filtrante determinado por el diámetro mayor de la partícula que puede quedar atrapada en el mismo, con un alto grado de eficiencia y bajo determinadas condiciones. Estos rangos pueden ser nominales o absolutos.

Retención nominal

Se define por la NFPA como: “Un valor arbitrario en micras, dado por el fabricante del filtro, basado en el porcentaje de remoción en peso de todas las partículas de determinado tamaño y mayores.” Rara vez está bien definido y no es reproducible.

No existe prueba mundial estándar para la especificación uniforme de rango nominal; es decir, que cada fabricante realiza su prueba bajo sus propios criterios. La prueba que se aplica para determinar el grado nominal es de

tipo gravimétrico y no por conteo de partículas.

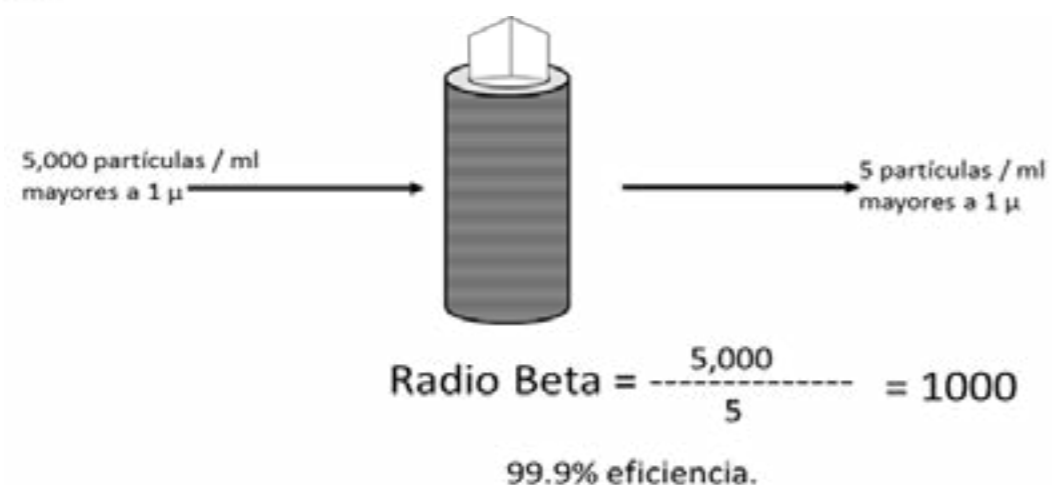
Para algunos fabricantes, cuando el filtro tiene una capacidad de retención del 98% lo establece como nominal; sin embargo, este criterio lo aplican incluso para filtros con eficiencias de retención menores. Lo que se tiene que observar en este tipo de filtros es que, si utilizamos un filtro de poro no fijo, podríamos afectar al proceso, por lo que se sugiere utilizar filtros de poro fijo (ver sección 2.1) Por lo tanto, no pueden compararse directamente filtros de diferentes marcas en rango nominal; no es lo mismo 5 micras nominales de la marca “X” al de 5 micras nominales de la marca “Y”, ya que dependerá de la eficiencia con que se retó, con el tipo de fluido, el tipo de partícula y el tipo de medio filtrante al menos.

Retención absoluta

Se define por la NFPA (National Fluid Power Association) como: “El diámetro de la mayor partícula esférica dura que pasa a través de un filtro bajo condiciones específicas de prueba. Es una indicación de la mayor abertura en el elemento filtrante.”

Este tipo de reto implica una concentración de partículas de determinado tamaño pasadas por el medio filtrante, realizando un conteo de estas mismas a la salida del filtro. Este rango de retención se utiliza únicamente en los filtros de poro indeformable (poro fijo).

Los rangos absolutos son determinados bajo condiciones mucho más confiables que los de rango nominal, y el término utilizado para establecer su eficiencia es “rango beta”; este tipo de reto implica una concentración de partículas de determinado tamaño, pasadas por el medio filtrante y realizando un conteo de estas mismas a la salida del filtro. Este rango de retención se utiliza únicamente en los filtros de poro indeformable (poro fijo). La siguiente imagen presenta un filtro donde se alimenta una concentración de partículas y se mide la concentración de las mismas a la salida.



Radio Beta = Partículas en el influente/partículas en el efluente. Eficiencia % = (Partículas en el influente/partículas en el efluente) * 100/partículas en el influente.
Filtros con capacidad ≥ 99.9% se determinan como absolutos.

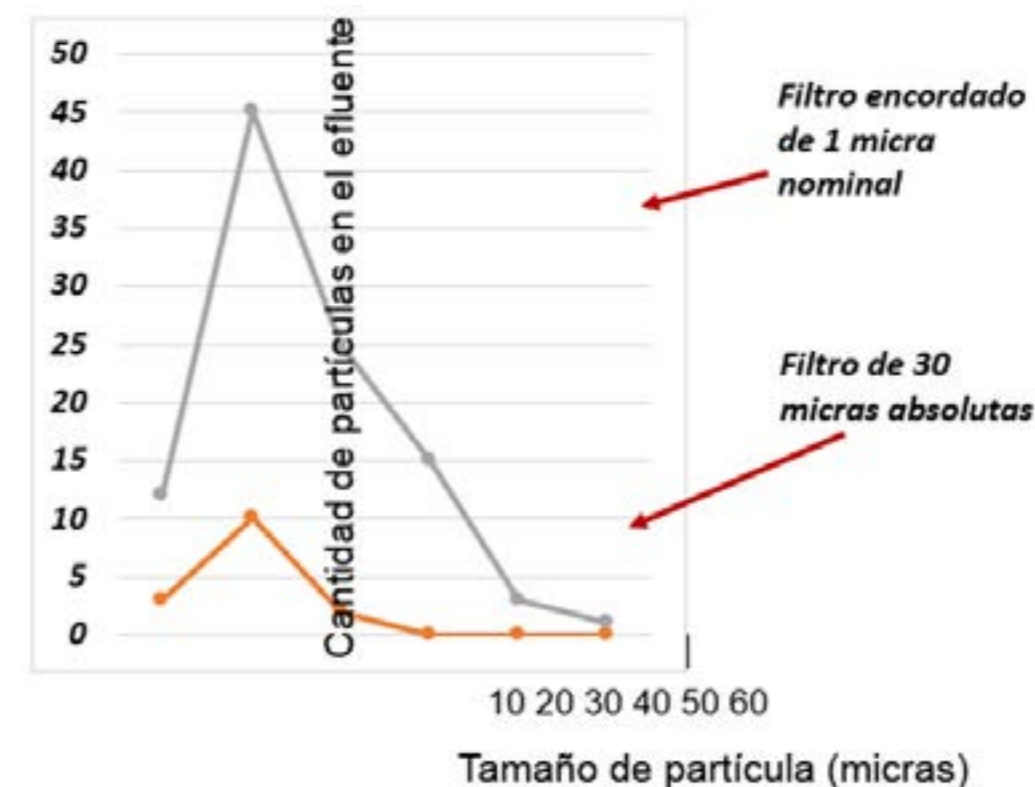
Eficiencia de retención y su relación beta:

Radio beta	Partículas influente	Partículas retenidas	Partículas efluente	Eficiencia
Beta 10	5000	4500	500	90%
Beta 20	5000	4750	250	95%
Beta 100	5000	4950	50	99%
Beta 1000	5000	4995	5	99.90%
Beta 5000	5000	4999	1	99.98%

En la siguiente figura se muestra gráficamente un ejemplo de retención nominal vs absoluta, se utiliza un filtro hilado (encordado) de 1 micra nominal, comparado con un filtro de grado absoluto en 30 micras.

Como resumen se concluye que los filtros de retención nominal son generalmente utilizados para aplicaciones de prefiltración, siendo en su may-

oría de profundidad, mientras que para filtración fina o crítica se utilizan los de retención absoluta.



Hasta este momento estamos hablando, en lo general, de la retención de partículas sólidas y por mecanismos de retención por interceptación directa” y/o “impacto inercial”; sin embargo, en la industria del Tequila es importante la retención de compuestos orgánicos, donde el mecanismo es más por fenómeno de adsorción, el cual expondremos en el capítulo IV.

Parámetros a considerar en la selección de un filtro

La selección del filtro es acorde a la intención de uso, es decir, que puede ser tanto para retener material particulado sólido o la separación de material orgánico (ejemplo: los compuestos orgánicos) que se encuentran en el Tequila. Algunos de los parámetros a considerar son los siguientes:

Tamaño de partículas
Forma y dureza de la partícula suspendida Cantidad de partículas
Flujo continuo o intermitente Temperatura
Presión
Compatibilidad del medio filtrante con el producto

Tamaño de partículas: Dependiendo del tamaño de partícula que se desea retener es que se define el tamaño de poro del filtro a utilizar así como la construcción del mismo. Para este parámetro, y considerando que los contaminantes en el fluido tienen una distribución amplia de tamaño de partículas, el uso de un filtro con construcción de poro de densidad graduada es más eficiente. Por ejemplo y no siendo regla estricta, para retener partículas visibles se puede seleccionar filtros de 40 micras hacia arriba; para partículas suspendidas que generan turbidez se pueden utilizar filtros de 1 a 2 micras.

Forma y dureza de partículas suspendidas: La forma (geometría) de las partículas, así como su “consistencia”, son importantes en el mecanismo de filtración, ya que de esto depende que ocurra un efecto de filtración de “torta” filtrante. Cuando el contaminante es coloidal, por ejemplo, el comportamiento del flujo y/o el tiempo de vida del filtro se puede ver seriamente afectado; un ejemplo son las grasas presentes luego de la primera destilación (grasas del ordinario).

Cantidad de partículas: De éste depende la decisión de seleccionar el tipo de medio filtrante de profundidad. Abajo se muestran secciones transversales de estructuras fibrosas como plisados de membrana, el primero es claro que tiene mayor capacidad de retención en volumen dentro del medio que el plisado (membrana).



Desde la perspectiva de composición de los diferentes compuestos orgánicos del Tequila, los aspectos de **temperatura y presión** están de alguna forma relacionados al flujo de proceso (continuo o intermitente).

Para la retención de ácidos orgánicos se sugiere filtración a temperaturas por debajo de los 0o C, ya que de esta forma los coloides tienden a aglutinarse y obtener una consistencia más “sólida”, de manera tal que quedan retenidos tanto por adsorción como por intercepción directa. La presión de operación en los procesos puede ser intermitente o constante; cuando las partículas retenidas en el medio filtrante se encuentran retenidas por adsorción o afinidad de cargas en las paredes del mismo, pueden ser desprendidas cuando el sistema genera pulsos de presión continuamente, a diferencia de un sistema de presión constante. La adsorción se da por fenómenos del tipo de fuerzas de Van Der Waals.

Compatibilidad: El Tequila es un producto sensible en su estabilidad organoléptica por diferentes variables. Puede existir precipitación de material orgánico a bajas temperaturas generando turbidez, por lo que es importante que los medios filtrantes, ante el contacto del Tequila, no desprendan compuestos adversos al producto.

Materiales de construcción de medios filtrantes

Las construcciones de medios filtrantes utilizadas comúnmente en los procesos de Tequila son:

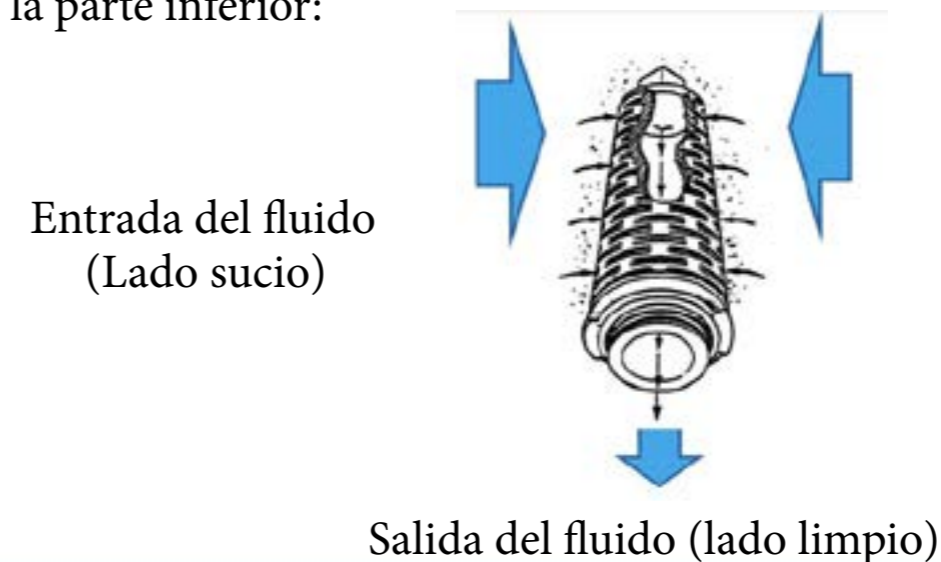
Medio filtrante	Tipo de poro		Cualidades	Aplicaciones
Fibras	Fijo / densidad graduada		Estructura resistente a pulsaciones de presión y alta capacidad de retención para distribución amplia de tamaño de partículas.	Prefiltración, retención de partículas compresibles y no compresibles.
	Fijo / uniforme		Estructura resistente a pulsaciones de presión y capacidad de retención para una estrecha distribución de tamaño de partículas.	Prefiltración, tiene menor capacidad de retención que la densidad graduada, fácilmente saturable, con partículas compresibles.
Plizado	Fijo		Baja caída de presión y mayor flujo. Menor capacidad de retención en volumen (peso) que los de construcción fibrosa. Muy útiles en aplicaciones de filtración fina o puntos críticos	Filtración final (envasado) o en filtración de aire comprimido (microbiológico)

Los materiales de fabricación de los medios filtrantes en diferentes puntos de uso suelen ser (no limitativo)

MATERIAL	PUNTO DE USO	RETENCION
Polipropileno	prefiltración de ósmosis	nominal
	prefiltración ordinario	nominal
	filtración en desbarricado	nominal
	descarga a pipas	nominal
	descarga de tanques	nominal
	filtración final	absoluta
Celulosa con cargas minerales (filtro prensa o lenticulares)	filtración lavadoras de envase ordinario	nominal
	filtración en frío del Tequila	por adsorción

A lo largo del proceso se tienen esquemas que van desde filtración gruesa a más fina (aplicación crítica), por lo tanto, la configuración misma de los filtros juega un papel importante. El tipo de conexión y/o sello de los filtros dentro de su portafiltros deben garantizar que se evite el riesgo de canalización (by-pass) del producto.

Son 2 tipos de sello: Doble Abierto (DOE por sus siglas en inglés) y simple abierto (SOE). La trayectoria de flujo a través de los filtros es de afuera hacia adentro, como se muestra en la siguiente figura, saliendo el fluido limpio por la parte inferior:



Filtros Doble Abierto (DOE): Como su nombre lo dice, se encuentra en ambos extremos abiertos, como un cilindro hueco:



Los cuidados a tener en la instalación y durante la operación de este tipo de configuración:

1. La base del portafiltro debe tener en buenas condiciones el conector que se fija en el extremo inferior del filtro.
2. En la parte superior se utilizan diferentes tipos de sellos, que varía desde rondanas hasta las copas con resortes que facilitan la presión y el sello en esta sección.

De esto depende que no exista una canalización del lado sucio al lado limpio del proceso.



Sello superior con rondana y tuerca



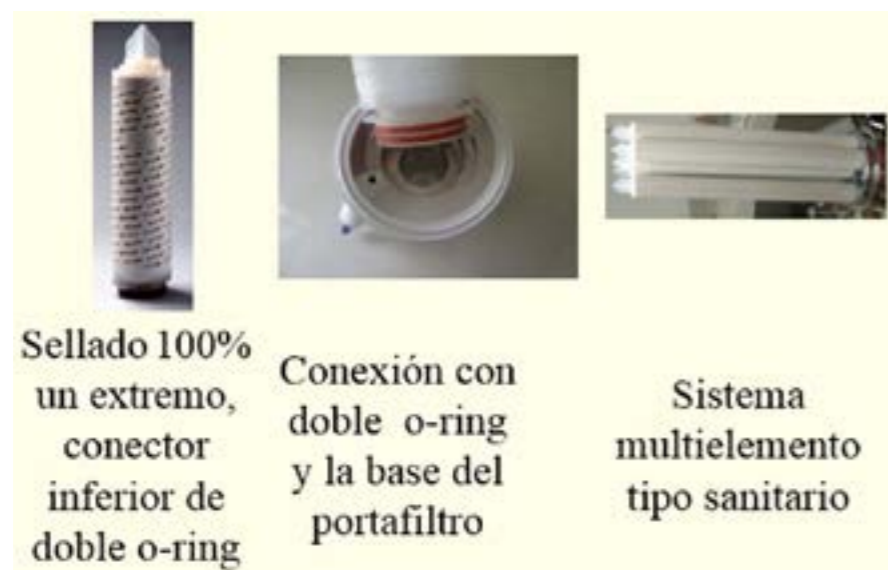
Sistema de “copas” con resortes



Vista superior de un filtro DOE, en rojo aparece zona donde sí existió sello, en el resto, el producto se “canalizó” (by-pass).

Por este motivo, este tipo de configuración no se considera sanitaria, siendo su uso en aplicaciones de prefiltración, tanto por economía como por concepto de filtración grueso y en puntos no críticos.

Para las aplicaciones críticas se utilizan del tipo sanitario, SOE, es decir, abiertos por un sólo lado. La ventaja es que el filtro se encuentra sellado totalmente por un extremo superior, siendo la parte inferior la que hace conexión con la base del portafiltro; además de que se cuenta con sello de doble o-ring siguiendo un concepto de “doble seguro”.



Sellado 100% un extremo, conector inferior de doble o-ring

Conexión con doble o-ring y la base del portafiltro

Sistema multielemento tipo sanitario

Hidrofílico e hidrofóbico / filtración de aire

Hidrofílico: tienen la capacidad de humectarse y permitir el paso de fluidos en fase líquida.

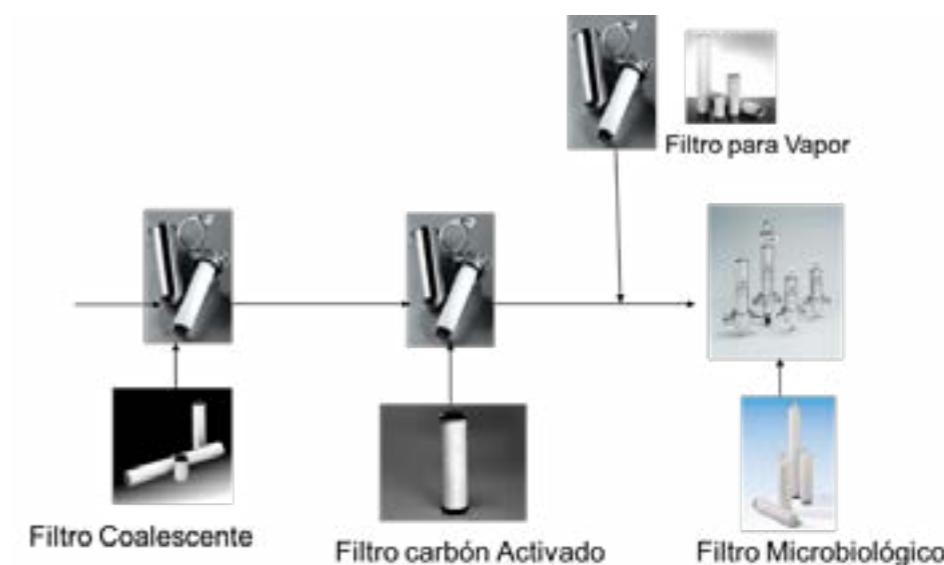
Hidrofóbico: permiten únicamente el paso de gases, siendo la fase líquida bloqueada al flujo a través del filtro.

Los requerimientos de filtración en el ámbito de producción de alimentos y bebidas a nivel mundial están en la búsqueda de implementar regulaciones que garanticen un mayor control acorde al crecimiento, mismo en que las tecnologías de producción continúan su ritmo, por lo que se requiere que el aire que tiene contacto con el producto sea libre de microorganismos.

La intención de la filtración de aire/gas en las líneas de proceso pueden tener dos motivos:

- Eliminación de humedad, de aromas y partículas
- Eliminación de humedad, de aromas, partículas y microorganismos

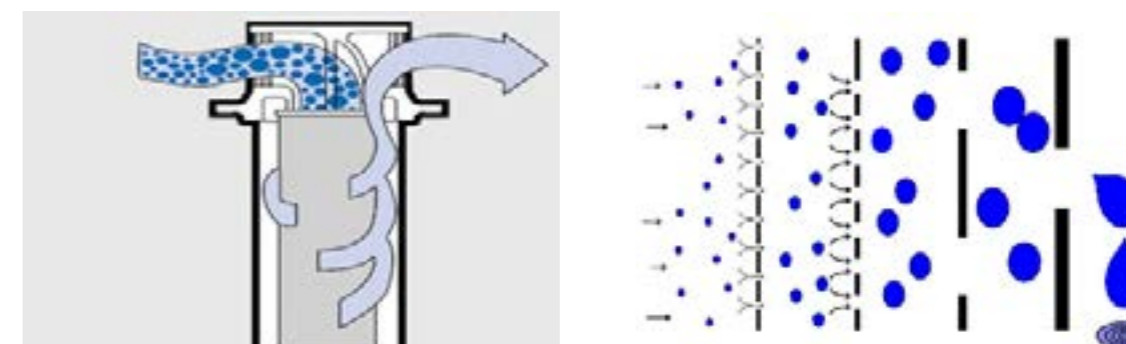
Cuando en el proceso de uso de filtración microbiológica (grado esterilizante) se involucra la necesidad por lo general de sanitización del filtro terminal de 0.2 micras, con vapor.



Objetivos:

- Remover agua y/o aceite
- Remover partículas suspendidas
- Remover orgánicos
- Remover microorganismos

La función del filtro coalescente es la de eliminar la humedad y/o aceite que las líneas de aire comprimido puedan contener. La construcción y características de estos filtros es el de provocar que las pequeñas gotas de agua o aceite logren tener un tamaño tal que por gravedad se precipiten y puedan, por lo tanto, ser separadas de la corriente del fluido.



Coalescencia

Filtro con carbón activado



El objetivo es deodorizar el fluido gaseoso

Dado que tanto el coalescedor y este otro filtro tienen también niveles de retención de partículas del rango de 10-20 micras, no se sugiere uno adicional, anterior al filtro microbiológico.

Filtro microbiológico:

El filtro utilizado en este punto tiene la capacidad de retención de microorganismos a un nivel tal que garantiza un efluente estéril. Es importante que para su selección se encuentre respaldado con una guía de validación que confirme el tipo y concentración de microorganismos con el que fue retado.



Para asegurar el correcto desempeño de este filtro, se tiene validada la prueba de integridad del mismo, por lo que el tiempo de vida en uso en líneas

de aire comprimido puede ser inicialmente sugerido entre 6-12 meses, sin embargo, con la prueba de integridad es la manera segura y certera de las condiciones del mismo durante su uso.

3. Prefiltración y sistema balanceado

Cuando hablamos de optimización del proceso de filtración podemos realizar algunas prácticas técnicas para encontrar el mejor costo por litro filtrado, que pueden ser:

Aumentar el área filtrante del sistema que podamos tener actualmente en el proceso.

Implementar etapa(s) de prefiltración

Igualmente, en la optimización existen prácticas recurrentes, mas no muy recomendables de reutilización de filtros con un proceso de retrolavado, secado, almacenamiento y su uso repetido, del cual hablaremos en otro momento, dado que suele ser una práctica común pero de riesgo desde el punto de vista de HACCP. En esta ocasión nos enfocaremos en los dos puntos anteriormente señalados, donde el objetivo es determinar el tiempo de vida del esquema de filtración en serie; es decir, un sistema balanceado de filtración (volumen filtrado vs caída de presión).

Por lo general, los sistemas óptimos de filtración requieren del uso de más de un filtro, al menos se utiliza un paso de prefiltración, cuyo objetivo principal es retener la mayor cantidad posible de contaminantes que ayuden proteger la filtración final.

Es por esto que, como prefiltros, se sugieren construcciones de medios de profundidad para asegurar mayor eficiencia de retención en volumen de contaminantes.

Por lo antes dicho, el rol de la prefiltración es reducir los costos de operación en este rubro, y por ello es importante su correcta selección, es decir, que el desempeño en eficiencia como en capacidad de retención es factor clave

para un esquema balanceado entre prefiltro y filtro final.
 A pesar de no ser regla general, podemos mencionar que un sistema óptimo de filtración es aquél donde el rendimiento del prefiltro y filtro final sean “equivalentes” en el desempeño total del sistema (ver fig. 1) La curva representa la caída total del sistema, la cual se acerca al límite de especificación respecto al volumen requerido de proceso, es decir, un comportamiento ideal.

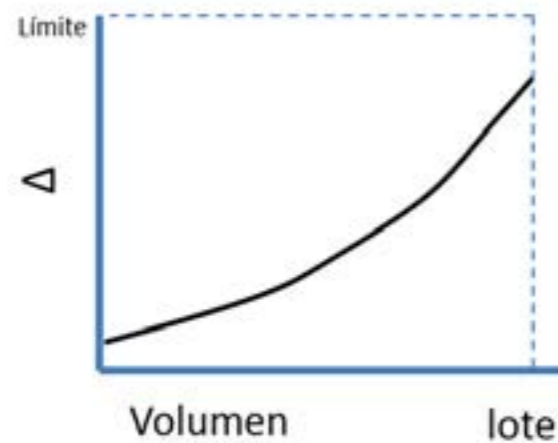


Figura 1

En la figura 2 observemos el prefiltro, podemos inferir que es muy abierto y como consecuencia, el sistema combinado llega al límite cuando el filtro final se satura.

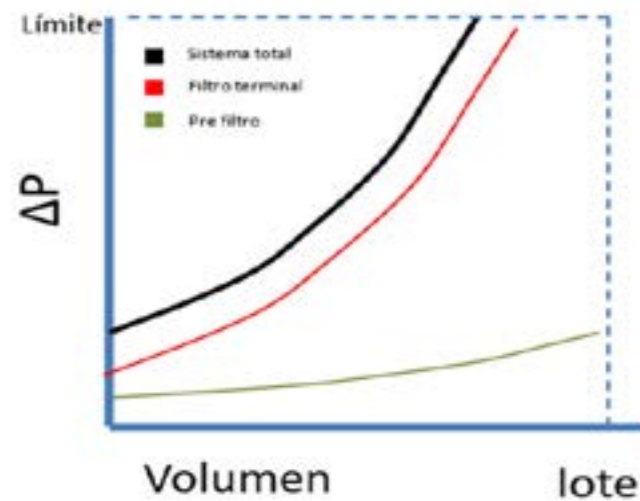


Figura 2

Acorde a la figura anterior, si decidimos entonces por un prefiltro de rango de retención más “cerrado” lograríamos que la delta P del sistema total se acerque más a la curva “ideal”, pero requeriremos del remplazo del filtro final para concluir el lote (figura 3)

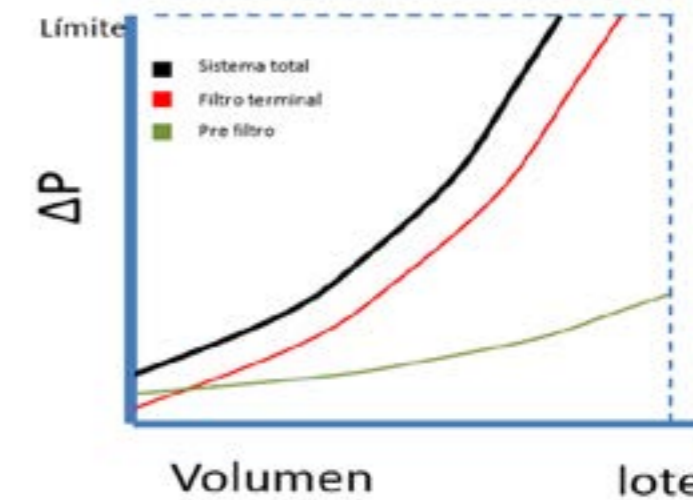


Figura 3

Si analizamos la figura 4 podemos decir que en ambos casos (prefiltro y filtro final) agotan su capacidad de retención, generando así que la caída de presión combinada se acerque a la caída de presión límite y lo más cerca de la finalización del lote, lo cual es el objetivo de un sistema de filtración balanceado.

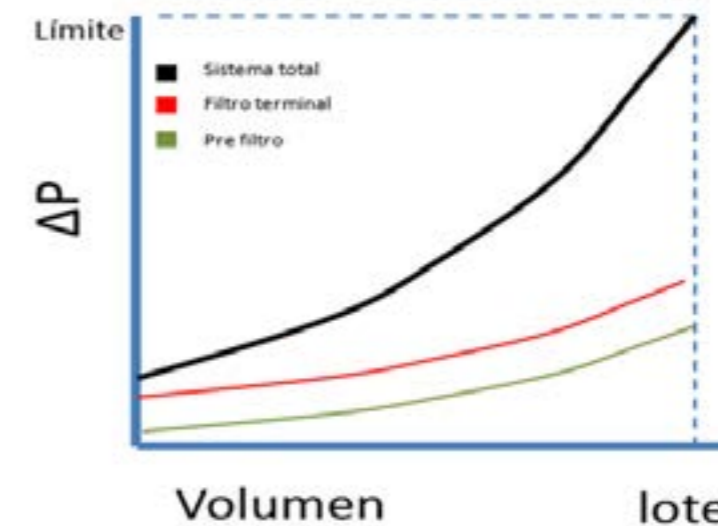


Figura 4

Esta información puede ser una base para explorar diferentes opciones en los procesos donde se desee optimizar. La determinación costobeneficio dependerá de cada proceso individual así como de las necesidades de mejora en calidad y/o productividad.

Importancia del área filtrante

El tiempo de vida de los filtros de membrana y de poro fijo puede aumentar de manera considerable conforme se aumenten sus áreas. Esta relación no es necesariamente lineal, ésta se puede cuadruplicar simplemente duplicando su superficie.

Para comprender esta relación, supongamos que tenemos un filtro de 1 m² y otro de 3 m², donde el primero se satura a los 2 días, formando una torta filtrante de 100 micras llegando a una caída de presión de 3 kg/cm², por lo tanto, el segundo, para llegar a tener la misma torta filtrante, se tomaría 3 veces más, es decir 6 días. Sin embargo, no sucederá así, ya que, bajo idénticas condiciones, la caída de presión será directamente proporcional a la velocidad de paso en condiciones de flujo laminar; las condiciones de torta y medio filtrante se mantienen obviamente iguales.

$$V = \frac{Q(\text{caudal})}{A(\text{área})}, V_1 = \frac{Q}{A_1}, V_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{Q}{3A_1}$$

$$\Delta P = K \frac{Q}{A} = KJ, \Delta P_1 = K \frac{Q}{A_1} = KJ_1 = 3 \frac{kg}{cm^2}$$

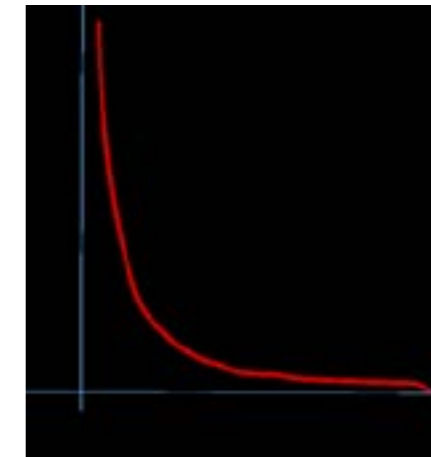
$$\Delta P_2 = K \frac{Q}{A_2} = K \frac{Q}{3A_1} = KJ_2$$

$$\Delta P_2 = \Delta P_1 \frac{V_2}{V_1} = \frac{\Delta P_1 \frac{Q}{3A_1}}{\frac{Q}{A_1}} = 3 \frac{1}{3} = 1 \frac{kg}{cm^2}$$

Esto significa que el segundo filtro, al tener la misma torta filtrante que el primero, llegará a una caída de presión de 1 kg/cm²; por lo que entonces, el tiempo para alcanzar la caída de presión de 3 kg/cm² le tomará 6 veces más, es decir 18 días.

La selección de un sistema filtrante de gran área puede ser expresada con la siguiente relación:

Donde J1 y J2 son las densidades de flujo (caudal por unidad de área).



Para partículas incompresibles “n” tiende a 2, y para compresibles “n” tiende a 1. Es por esto que, para el caso de fluidos que contienen alta concentración de grasas, el filtro se bloqueará en menor tiempo que si éste mismo estuviera reteniendo partículas incompresibles.

En resumen, podemos concluir que en términos de costo, al incrementar área filtrante el costo por litro filtrado se ve mejorado en mayor proporción que aquélla en que se aumente la superficie filtrante.

4. Filtración con placas filtrantes

Si bien consideramos que los compuestos volátiles responsables del aroma y sabor del Tequila son derivados de los ácidos grasos, también es sabido que éstos mismos ácidos, en determinadas estructuras químicas y concentraciones, pueden aportar propiedades organolépticas adversas al producto; por lo que se deriva la importancia de controlar y removerlos desde los primeros pasos de la elaboración.

Cada industria puede tener su propio tratamiento y/o condiciones de proceso para la retención/reducción de ciertas cadenas de ácidos grasos que pueden afectar en:

- Perfil aromático
- Turbidez y/o precipitación de estos grasos a bajas temperaturas
- Parámetro a controlar, principalmente en caso de las exportaciones a países fríos.

Para esto existe un paso indispensable que contribuye a la reducción de estos compuestos y es la filtración adecuada.

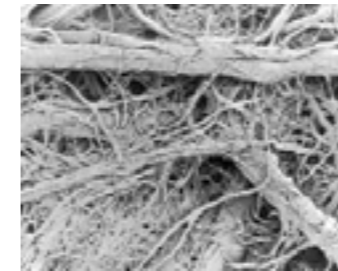
Después de la primera destilación viene uno de los primeros pasos para remover ácidos grasos a través de la filtración y que es definido por cada productor de Tequila, los cuales van desde:

- Pasar el ordinario por celulosa, incluso a gravedad (depende sólo del tiempo de contacto del Tequila con la celulosa, y baja eficiencia por retención electrocinética)
- En filtros prensa con hojas de celulosa (tienen bajo contacto con el producto, por lo que sólo aparece el efecto de área y no de profundidad)

- Cartuchos filtrantes de polipropileno con celulosa (espesor suficiente para residencia pero muy bajo efecto electrocinético)
- Por placas de celulosa impregnadas de cargas minerales en filtro prensa.

Módulos filtrantes que son la tecnología más reciente (Medio filtrante con espesor adecuado al tiempo de residencia y eficiente en efecto electrocinético (adsortivo) para remoción de cadenas largas de grasas).

La construcción básica de los medios filtrantes de celulosa impregnada dentro de todo su medio con cargas minerales es:



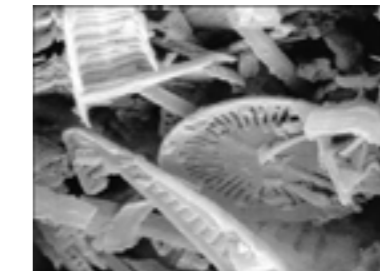
1

1. Fibras celulósicas



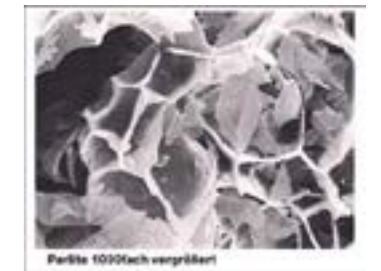
2

2. Fibras poliolefina



3

3. Cargas minerales fosilizadas (Kieselguhr)



4

4. Perlita

Esta construcción de medio filtrante ayuda al desempeño de los 3 mecanismos de filtración: retención directa, impacto inercial y adsorción.

En éste último mecanismo de filtración se aprovecha al máximo la retención de los ácidos grasos, dado que el comportamiento de éstos es como partícula compresible (coloide) la cual no puede ser fácilmente retenida de manera mecánica (intercepción directa o impacto inercial).

En la clásica filtración con filtros prensa se tiene una ventaja económica en cuanto al costo de los medios filtrantes.



Primera generación de filtros lenticulares. (Imagen cortesía de Pall Corp.)

Sin embargo, desde el concepto calidad-productividad, estos sistemas tienen algunas desventajas como:

- Pérdidas por fugas
- Tiempo largo de instalación
- Mano de obra
- Alta retención de producto (mermas o reprocesos)
- Mantenimiento (sellos)
- Espacio
- Sistema abierto (no totalmente sanitario)
- Riesgos de explosión

Dado el constante desarrollo tecnológico industrial, se ha venido perfeccionando la misma construcción de sistemas y/o medios filtrantes. Posterior a los filtros prensa, aparece el diseño de filtro lenticular, cumpliendo así con el criterio de reducción de mermas y mejor calidad al ser un sistema cerrado.



Primera generación de filtros lenticulares
(Imagen cortesía de Pall Corp.)



Sistema totalmente cerrado,
cero fugas y/o mermas

Debido a que las condiciones de proceso son cada vez más demandantes en función de flujos y/o presiones, nació una nueva generación de lenticulares que vienen a mejorar la seguridad y consistencia en el proceso.



Este modelo de filtro lenticular presenta ventajas respecto al tradicional: - Se aprovecha más el área filtrante

- Resiste contrapresiones que el primero no puede
- Sigue siendo un sistema que ocupa menor espacio que un filtro prensa
- El cambio de filtro es, en tiempo, muchas veces más reducido que en filtro prensa.

Algunas de las ventajas en su robustez respecto al tradicional:

Mayor seguridad en el proceso=> SUPRAdisc II es resistente a variaciones de presión

- Contra variaciones de presión que pudieran ocurrir en el proceso.
- Resistente a contrapresión donde el daño en la parte central puede ser común (fig. 2).



Fig. 1

Fig. 2

SUPRAdisc II: distribución de presión

-El tipo de conexión clip crea una definida y regular separación en la periferia, aprovechando al 100 % el área total de filtración; garantizando además que no hay deformaciones durante la operación ni en el caso de esterilización con vapor (en caso de se utilizado este paso).



Existe una nueva generación para este tipo de aplicaciones donde se mantienen las mismas características anteriores pero con área filtrante mayor, de tal manera que un sólo módulo filtrante de 16” de diámetro y 16” de altura equivale a 8 m² de área, o lo que es lo mismo reemplaza a un filtro prensa de aprox. 58 placas de 40x40 cm.

En resumen, el siguiente diagrama ejemplifica el desarrollo de las tecnologías mencionadas.



Edge Flow Technology

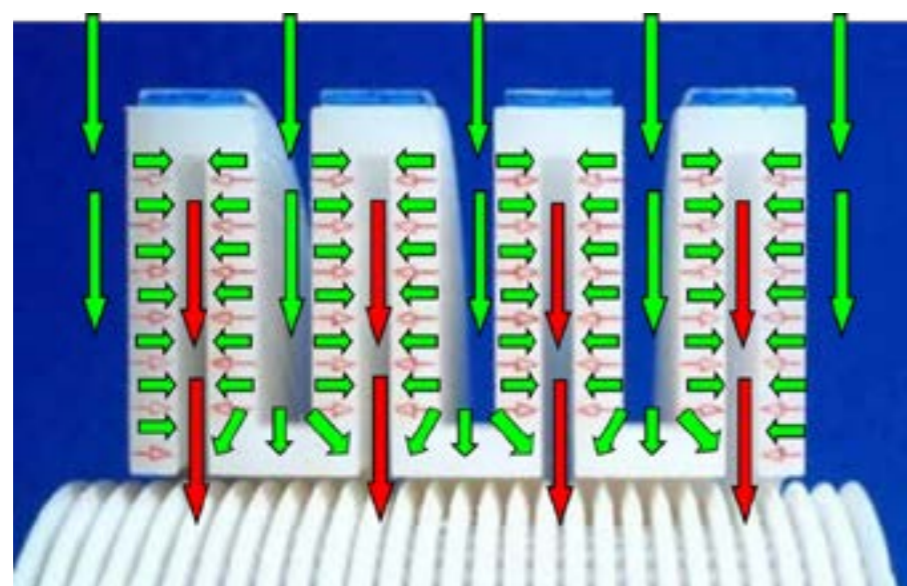
Esta última tecnología desarrollada se denomina como “Edge Flow Technology”, que básicamente consiste en permitir que el fluido tenga mayor tiempo de residencia dentro del medio, de forma tal que el aumento en la eficiencia es elevado.



(Fotos cortesía Pall Corporation)

Principio de flujo:

La trayectoria de flujo es transversal a la superficie del medio filtrante.



Edge flow technology, las líneas en verde muestran la trayectoria de flujo del fluido, el cual atraviesa tanto de manera tangencial como transversalmente el medio filtrante; la línea roja representa la trayectoria del fluido ya filtrado.

Concluyendo, el avance tecnológico en filtración de profundidad con celulosa y cargas minerales, ha generado conceptos que aportan un interesante costo-beneficio, respetando propiedades organolépticas del producto final.

Etiquetado del Tequila y bebidas alcohólicas que contienen Tequila

MPT. Floriberto Miguel Cruz

Contenido

Resumen	423
1. Clasificación de las bebidas alcohólicas	424
2. Envasado de bebidas alcohólicas	427
3. Etiquetado de Tequila	428
4. Etiquetado de las bebidas alcohólicas que contienen Tequila	437
5. Información comercial	439
6. Normativa de información comercial en el mundo	440
Bibliografía	443

Resumen

Por sencillo que parezca, el etiquetado de las bebidas alcohólicas reviste gran importancia, ya que, de acuerdo con las regulaciones aplicables, la información contenida en las etiquetas de las bebidas alcohólicas preenvasadas debe presentarse y describirse en forma clara, evitando que sea falsa, equívoca o que induzca a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del producto.

En muchos casos, la información comercial incluye ingredientes tales como colorantes, conservadores, alérgenos, modo de empleo, modo de conservación, fecha preferente de consumo, etc.

Las bebidas alcohólicas no están exentas de estos requisitos pero además, cuando se trata de bebidas alcohólicas para exportación, se tiene que cumplir con ciertos requisitos de información comercial obligatoria del país de origen y además, cumplir con requisitos de información comercial del país de destino, incluyendo el idioma correspondiente, en caso contrario, la exportación no será posible.

En este capítulo hablaremos de los requisitos de información comercial aplicable al Tequila y bebidas alcohólicas que contienen Tequila, tanto para su comercialización en México, como para su exportación.

Se incluyen algunas páginas web que pueden ser de utilidad para conocer los requisitos de información comercial en países poco comunes hasta donde está llegando el Tequila hoy en día.

1. Clasificación de las bebidas alcohólicas

En general, el documento que establece las directrices generales en la elaboración de bebidas alcohólicas, es la Ley General de Salud (1), el cual se complementa con el Reglamento Sanitario de Productos y Servicios (2) y la NOM-142-SSA1(3).

Tomando como referencia la citada norma NOM-142-SSA1, así como el Reglamento Sanitario de Productos y Servicios, conviene familiarizarnos con las siguientes consideraciones, conceptos y definiciones básicas:

Bebida alcohólica, aquélla obtenida por fermentación, principalmente alcohólica, de la materia prima vegetal que sirve como base utilizando levaduras del género *Saccharomyces*, sometida o no a destilación, rectificación, redestilación, infusión, maceración o cocción en presencia de productos naturales, susceptibles de ser añejadas, que pueden presentarse en mezclas de bebidas alcohólicas y pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría, con una graduación alcohólica de 2% a 55% en volumen a 20°C (293K).

La definición anterior establece que podrán considerarse bebidas alcohólicas, únicamente aquellos productos elaborados a partir de **materias primas de origen vegetal y cuyo contenido alcohólico se encuentre entre 2% a 55% en volumen a 20°C (293K) (3)**.

Bebida alcohólica destilada, producto obtenido por destilación de líquidos fermentados que se hayan elaborado a partir de materias primas vegetales en las que la totalidad o una parte de sus azúcares fermentables, hayan sufrido como principal fermentación, la alcohólica, siempre y cuando el destilado no haya sido rectificado totalmente, por lo que el producto deberá contener las sustancias secundarias formadas durante la fermentación y que son características de cada bebida, con excepción del vodka, susceptibles de

ser abocadas y en su caso, añejadas o maduradas, pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos en el acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. Con contenido alcohólico de 32,0 hasta 55,0% Alc.Vol.

Ejemplos de bebidas alcohólicas destiladas son *el Brandy, Ron, Vodka, Whisky, Tequila, Mezcal, Bacanora, Ginebra, Sotol, etc.*

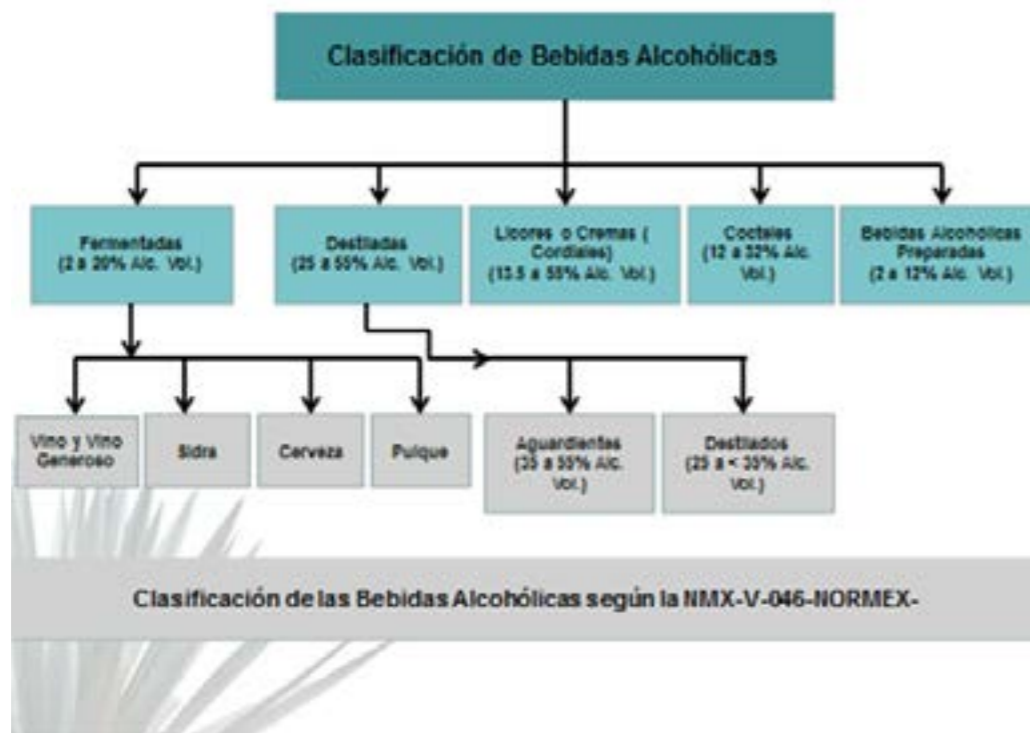
Bebida alcohólica fermentada, es el producto resultante de la fermentación, principalmente alcohólica, de materias primas de origen vegetal, pueden adicionarse de ingredientes y aditivos permitidos en el acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias. Con contenido alcohólico de 2,0 hasta 20,0% Alc.Vol.

Ejemplos de bebidas alcohólicas fermentadas son el *vino, cerveza, sidra, pulque, etc.*

Por su proceso de elaboración dentro de las bebidas alcohólicas quedan comprendidas las siguientes (2):

- Bebidas fermentadas,
- Bebidas destiladas,
- Licores y cremas (cordiales) y
- Bebidas alcohólicas preparadas y cócteles

Lo anterior se puede esquematizar de la siguiente manera: (4)



Por su contenido alcohólico, las bebidas alcohólicas se pueden clasificar en:

- De contenido alcohólico bajo, las bebidas con una graduación alcohólica de 2% y hasta 6% en volumen;
- De contenido alcohólico medio, las bebidas con una graduación alcohólica de 6,1% y hasta 20% en volumen, y
- De contenido alcohólico alto, las bebidas con una graduación alcohólica de 20,1% y hasta 55% en volumen.

Materiales de los envases para bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas deben envasarse en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y sensoriales. Únicamente podrán envasarse en botellas de vidrio o polietileno tereftalato (PET), envases de aluminio, cartón laminado y barriles de acero inoxidable,

conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.

Capacidad de los envases para bebidas alcohólicas

La capacidad de cada envase no debe ser mayor a 5 litros y en ningún caso se deben usar envases con marcas que pertenezcan a otro fabricante o envasador (2).

Sobre la comercialización

El Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios establece que no se podrán vender bebidas alcohólicas por medio de máquinas automáticas. Tampoco se podrán expender presentaciones cuyo volumen sea menor de 180 ml, en lugares diferentes a los establecimientos que suministran bebidas alcohólicas, en estado natural, mezcladas, preparadas, adicionadas o acondicionadas para su consumo dentro de los mismos.

2. Envasado de bebidas alcohólicas

El Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios establece que no se podrá preparar, acondicionar, envasar, transportar, distribuir, almacenar, expender, suministrar o importar bebidas alcohólicas **envasadas en sobres o bolsas de cualquier material**, en volúmenes menores a un litro. De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI- (5), y la Norma del Tequila (6), **Envasado** es la acción de introducir o colocar cualquier material o producto en los recipientes que lo han de contener con la finalidad de conservarlo, proteger su estabilidad física y química para poder comercializarlo.

A su vez, la Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI- define como

Envase: todo recipiente nuevo destinado a contener el Tequila y que entra en contacto con el mismo, conservando su integridad física, química, sensorial y sanitaria.

El Tequila se debe envasar en recipientes nuevos de tipo sanitario. Los materiales permitidos actualmente son vidrio, aluminio, cartón laminado, acero inoxidable y polietileno tereftalato (PET).

La capacidad de cada envase no debe ser mayor a 5 litros y en ningún caso se deben usar envases con marcas que no sean propiedad del productor autorizado o envasador aprobado en los términos de esta NOM. El Tequila 100% de agave debe ser envasado por el propio fabricante **dentro de la zona protegida por la declaratoria general de denominación de origen.**

Por su parte, la categoría Tequila puede ser comercializada a granel en sus cinco clases (blanco, joven, reposado, añejo o extra añejo), ya sea a envasadores nacionales o extranjeros.

3. Etiquetado del Tequila

En el etiquetado del Tequila y en general de bebidas alcohólicas, es muy importante considerar las disposiciones de las normas 142-SSA1 y la NOM del Tequila, pero además se debe considerar lo previsto en la ley Federal de Protección al Consumidor, mismo que establece:

“La información o publicidad relativa a bienes, productos o servicios que se difundan por cualquier medio o forma, deberán ser veraces, comprobables y exentos de textos, diálogos, sonidos, imágenes, marcas, denominaciones de origen y otras descripciones que induzcan o puedan inducir a error o confusión por engañosas o abusivas.

Para los efectos de esta ley, se entiende por información o publicidad engañosa o abusiva aquella que refiere características o información relacionadas con algún bien, producto o servicio que, pudiendo o no, ser verdaderas,

inducen a error o confusión al consumidor por la forma inexacta, falsa, exagerada, parcial, artificiosa o tendenciosa en que se presenta.

La información o publicidad que compare productos o servicios, sean de una misma marca o de distinta, no podrá ser engañosa o abusiva en términos de lo dispuesto en el párrafo anterior.

La Procuraduría podrá emitir lineamientos para el análisis y verificación de dicha información o publicidad a fin de evitar que se induzca a error o confusión al consumidor, considerando el contexto temporal en que se difunde el momento en que se transmite respecto de otros contenidos difundidos en el mismo medio y las circunstancias económicas o especiales del mercado”. De acuerdo con la norma del Tequila (6), Cada envase debe ostentar una etiqueta legible que contenga la siguiente información en idioma español, la cual debe ser veraz y no inducir a error al consumidor con respecto a la naturaleza y características del Tequila:

- a) La palabra “Tequila”;
- b) Categoría y clase a las que pertenece (blanco, joven, reposado, añejo o extra añejo);
- c) En el caso de los Tequilas a que se refiere el apartado 6.1.1.1 de la norma, el nombre del o los sabores, aromas añadidos o de aquel que predomine en el producto, también se deberá declarar el nombre del color, en su caso. El nombre del color debe aparecer y puede incorporarse en cualquier parte de la etiqueta o envase.

De acuerdo con el apartado 9.3.7.1.1 de la NOM 142-SSA1, la lista de ingredientes debe figurar en la etiqueta de las bebidas alcohólicas preparadas, licores o cremas y todas estas bebidas alcohólicas que, después de destiladas y/o antes de embotellar, utilicen ingredientes opcionales y/o aditivos que causen hipersensibilidad, intolerancia o alergia y se encuentren presentes en el producto final. Se ha comprobado que los siguientes alimentos e ingredientes causan hipersensibilidad y deben declararse siempre:

9.3.7.1.1.1 *Cereales que contienen gluten, por ejemplo: trigo, centeno, cebada, avena, espelta o sus cepas híbridas, y productos de éstos.*

9.3.7.1.1.2 *Huevo y sus productos.*

9.3.7.1.1.3 *Cacahuete y sus productos.*

9.3.7.1.1.4 *Soya y sus productos, con excepción del aceite de soya.*

9.3.7.1.1.5 *9.3.7.1.1.5 Leche y productos lácteos, incluida la lactosa .*

9.3.7.1.1.6 *9.3.7.1.1.6 Nueces de árboles y sus derivados, y*

9.3.7.1.1.7 *Sulfito en concentraciones de 10 mg/kg o más*

9.3.7.1.2 *La lista de ingredientes debe ir encabezada o precedida por el término “ingredientes.”*

9.3.7.1.3 *Los ingredientes deben declararse por orden cuantitativo decreciente.*

9.3.7.1.4 *Los aditivos usados en la elaboración de la bebida alcohólica, deben declararse con el nombre común o en su defecto, algunos de los sinónimos establecidos en el acuerdo, a excepción de los saborizantes, aromatizantes y enzimas que podrán declararse de manera genérica.*

d) Contenido neto expresado en litros o mililitros, conforme a la **NOM-030-SCFI**; **Nota 1**

e) El contenido alcohólico expresado en por ciento de alcohol en volumen a 20 °C, que debe abreviarse “% Alc.Vol.”;

f) Nombre o razón social del productor autorizado o de la fábrica donde el Tequila es producido y, en su caso, del envasador aprobado.

g) Domicilio del productor autorizado o de la fábrica donde el Tequila es producido y, en su caso, del envasador aprobado.

h) Nombre de la marca registrada o cualquier otro signo distintivo conforme a la legislación, normatividad o reglamentación aplicables en el lugar de comercialización, conforme al convenio de corresponsabilidad inscrito en el IMPI;

i) La leyenda “Hecho en México”; “Producto de México”; Elaborado en México”, u otras análogas;

j) Contraseña oficial, conforme a la NOM-106-SCFI; acompañado del número de registro del Productor NOM; **Nota 2**

k) Lote: cada envase debe llevar grabada o marcada la identificación del lote a que pertenece, con una indicación en clave. La identificación del lote que incorpore el productor autorizado o envasador aprobado no debe ser alterado u oculto de forma alguna;

De acuerdo con el apartado 9.3.4.2 de la NOM-142-SSA1 *La identificación del lote que incorpore el fabricante en el producto debe estar siempre de manera claramente legible, visible e indeleble para el consumidor.*

9.3.4.3 *La clave del lote debe ser precedida por cualquiera de las siguientes indicaciones “LOTE”, “Lot”, “L”, “Lote”, “lote”, “lot”, “l”, “lt”, “LT”, “LOT”, o bien, incluir una referencia del lugar donde aparece.*

l) Las leyendas precautorias establecidas en la legislación sanitaria, y;

Nota 3

m) Cualquier otra información exigida por otras disposiciones legales aplicables a bebidas alcohólicas.

De acuerdo con el APÉNDICE A, NORMATIVO A. SÍMBOLOS de la NOM-142-SSA1,

A.1 *Deberán incluirse los tres símbolos simultáneamente o de manera individual alternándolos y cada uno de ellos debe cumplir con las siguientes especificaciones:*

A.1.1 *Ser de un color contrastante al fondo*

A.1.2 *Cuando se incluyan los tres símbolos simultáneamente, éstos deberán tener un diámetro mínimo de 7 mm*

A.1.3 *Si se incluye únicamente un símbolo, éste deberá tener un diámetro mínimo de 10 mm y alternarse cada cuatro meses, comenzando por cualquiera de ellos.*

A.1.4 *Para aquellas bebidas alcohólicas cuyo volumen sea de 0 hasta 500 ml conforme a lo establecido en la tabla del punto 9.3.7.2.1 de la presente norma, si se incluye únicamente un símbolo, deberá tener un diámetro mínimo de 5 mm y alternarse cada cuatro meses, comenzando por cualquiera de ellos; cuando se incluyan los tres símbolos simultáneamente, éstos deberán tener un diámetro mínimo de 3.5 mm.*

A.2 *Los símbolos a utilizar son:*

A.2.1 Símbolo 1. Prohibición de consumo en menores de 18 años:



A.2.2 Símbolo 2. Prohibición de consumo por mujeres embarazadas:



A.2.3 Símbolo 3. Prohibición de conducción bajo los influjos del alcohol:



A.3 La imagen de -18, mujer embarazada y vehículo debe mantener proporcionalidad entre el círculo y el gráfico.

A.4 Los símbolos podrán colocarse en cualquier parte de la etiqueta.

A.5 Los símbolos deben estar visibles en todo momento, incluso cuando la bebida alcohólica se esté consumiendo.

A.6 En aquellas bebidas con contenido alcohólico bajo, se deberá incluir únicamente el siguiente símbolo:



A.6.1 El símbolo deberá aparecer en un área visible de la etiqueta o en la parte externa del tapón o corcholata, no pudiéndose ocupar para tal efecto el faldón de los anteriores.

A.6.2 Cuando el símbolo aparezca en la etiqueta, su tamaño no deberá ser menor de 10mm de diámetro, si aparece en la corcholata, su tamaño mínimo deberá ser de 20mm de diámetro.

Nota 1.- El apartado 4.1.4 de la NOM-030-SCFI establece textualmente: A las leyendas CONTENIDO, CONTENIDO NETO o sus abreviaturas CONT., CONT. NET. y CONT. NETO no se les aplican las especificaciones de las tablas 1 y 2, y pueden ser escritas con letras mayúsculas y/o minúsculas. Deben ir junto al dato cuantitativo y a la unidad correspondiente a la magnitud elegida de acuerdo a las características del producto de que se trate, conforme a la tabla 3 (sección 4.4).

Contenido neto	Altura mínima de números y letras en milímetros (mm)
hasta 50 g o mL	1,5
mayor de 50 g o mL hasta 200 g o mL	2,0
mayor de 200 g o mL hasta 750 g o mL	3,0
mayor de 750 g o mL hasta 1 kg o L	4,5
mayor de 1 kg o L hasta 5 kg o L	5
mayor de 5 kg o L	6

Nota 2.- La contraseña oficial (NOM), es un signo distintivo que denota la evaluación de la conformidad de un producto o servicio con las normas oficiales mexicanas que le son aplicables y le permite al consumidor constatar que dichos productos o servicios que adquiere o recibe, han cumplido con las normas oficiales mexicanas aplicables a los mismos.

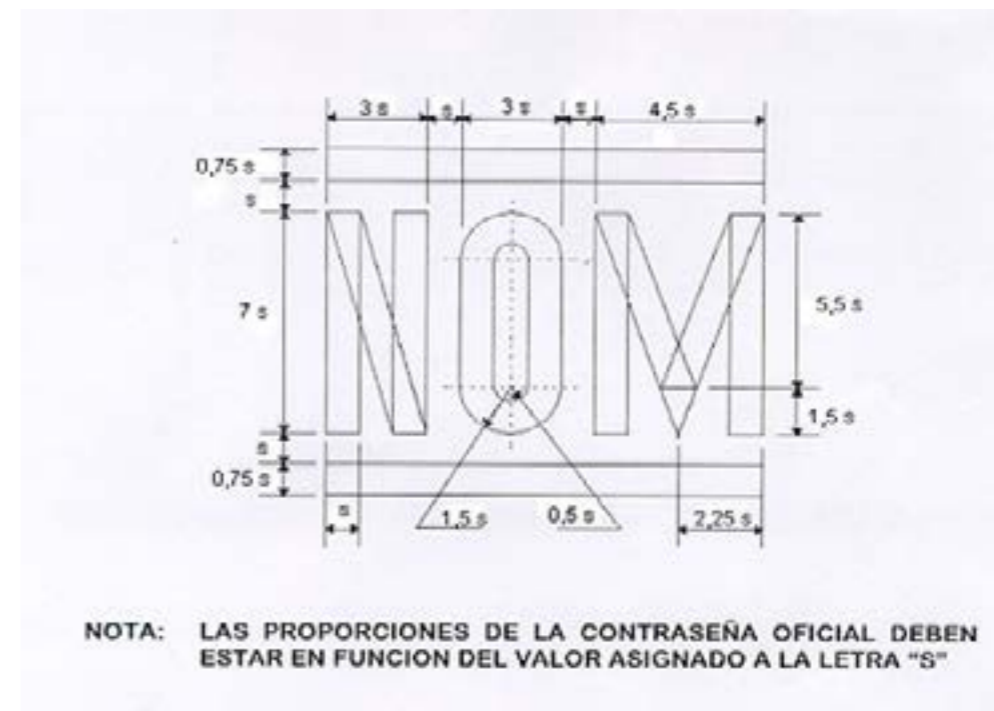




FIGURA 1-A

Nota 3.- Toda bebida alcohólica debe ostentar en el envase o etiqueta la leyenda precautoria establecida en el artículo 218 de la ley (EL ABUSO EN EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO ES NOCIVO PARA LA SALUD) y cumplir con las características previstas en el Apéndice XVIII.1 del reglamento de control sanitario de productos y servicios.

El etiquetado de los productos a que se refiere este apartado deberá ostentar la leyenda precautoria conforme a lo establecido en la Ley, en color contrastante con el fondo, en letra mayúscula helvética condensada, en caracteres claros y fácilmente legibles, de conformidad con la siguiente tabla:

VOLUMEN	ALTURA MÍNIMA DEL TIPO DE LETRA
De 0 hasta 50 ml	1,5 mm
De 50,1 hasta 190 ml	2,0 mm
De 190,1 hasta 500 ml	2,5 mm
De 500,1 hasta 1000 ml	3,0 mm
De 1000,1 hasta 4000 ml	5,0 mm
Mayores de 4000 ml	7,0 mm
Alrededor de la leyenda deberá existir un espacio libre de cuando menos 3 mm.	

Presentación de la información-requisitos para el mercado nacional

Debe aparecer en la superficie principal de exhibición, cuando menos, la información señalada en los literales a), b), c), d), e) y h) del inciso 11.1. El resto de la información a que se refiere ese inciso, así como el nombre del color señalado en el literal c) deben aparecer y pueden incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase.

Requisitos para el producto de exportación o envasado en el extranjero

Debe aparecer en la superficie principal de exhibición, cuando menos, la información señalada en los literales a), b), c) y h) del inciso 11.1. La información contenida en los literales i), j) y k) del inciso 11.1 debe aparecer y puede incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase. La información contenida en los literales b) únicamente por lo que se refiere a la clase, c) e i) del inciso 11.1 puede ser objeto de traducción a otro idioma. La información comercial debe estar exenta de textos, imágenes u otras descripciones que induzcan a error o confusión al consumidor por su inexactitud, tales como “100% natural”, “100% mexicano”, “producto 100% natural”, “100% reposado” u otras análogas.

Dictamen de cumplimiento de información comercial

El apartado 13.3 de la NOM del Tequila establece lo siguiente: *Para emitir el dictamen de cumplimiento con la presente NOM respecto de la información comercial, la unidad de verificación acreditada y aprobada en términos de la LFMN deberá llevar a cabo la constatación ocular de la etiqueta y comprobación para evaluar la conformidad correspondiente a los apartados 11.1 y 11.2 de la presente norma.*

En relación con lo anterior, el artículo 96 de la LFMN establece que: *Cuando los productos autorizados cuenten con un dictamen, certificado u otro documento expedido por personas acreditadas y aprobadas en los términos de la LFMN, se reconocerá el cumplimiento con la presente NOM.*

No obstante lo anterior, conforme a la LFMN, cuando los datos o información contenidos en las etiquetas, envases o empaques de los productos sean inexactos, la DGN puede ordenar que se lleven a cabo las modificaciones conducentes, concediendo al productor autorizado o al envasador aprobado el término estrictamente necesario para ello, en el entendido que durante dicho término, aquellos productos que el productor autorizado mantenga en inventario o se encuentren en la cadena de distribución o punto de venta, pueden seguir siendo comercializados sin perjuicio de imponer la sanción que proceda.

Para efectos del párrafo anterior, se entiende que los datos o información contenida en las etiquetas, envases o empaques de los productos son inexactos cuando incluyan la información comercial requerida por la presente NOM de forma imprecisa o errónea, sin expresar datos o leyendas que puedan inducir a engaño al consumidor respecto de las características del producto que adquiere.

Por su parte, el Artículo 50 del Reglamento de la LFMN establece que: *El cumplimiento de los requisitos de información comercial contenidos en las normas oficiales mexicanas no está sujeto a certificación, siendo responsabilidad del importador, productor, fabricante, comercializador o prestador de servicio que sus productos satisfagan los requisitos establecidos en esas normas.*

...

Los productores, fabricantes, importadores, comercializadores o prestadores de servicio podrán recurrir a los servicios de unidades de verificación acreditadas y aprobadas para obtener constancia de conformidad o dictamen de cumplimiento en los que se demuestre que cumplen con los requisitos establecidos en las normas oficiales mexicanas de información comercial. Dichos documentos tendrán validez ante las autoridades competentes.

La autoridad competente deberá reconocer aquellas constancias o dictámenes expedidos por las unidades de verificación acreditadas y aprobadas, aun cuando exista alguna discrepancia o error en ellas. No obstante, la autoridad competente que lo detecte, deberá notificarlo a la secretaría para que, en su caso, aplique las sanciones correspondientes a la unidad de verificación de que se trate.

4. Etiquetado de las bebidas alcohólicas que contienen Tequila

En la elaboración de bebidas alcohólicas que contienen Tequila se deben cumplir las especificaciones previstas en la **NMX-V-049 Bebidas alcohólicas que contienen Tequila** (11), la cual, a su vez, es obligatoria por disposición de la NOM-006.

Esta norma esta vigente desde julio de 2004 y la aportación mas relevante es la clasificación de las bebidas alcohólicas que contienen Tequila, así como el porcentaje de participación del Tequila en las mismas. Comprende los **Licores y Cremas (Cordiales), Cócteles y Bebidas alcohólicas preparadas.**

Licores y cremas.- Son los productos elaborados a partir de bebidas alcohólicas*, espíritu neutro, alcohol de calidad o alcohol común o mezcla de ellos y agua, aromatizados y saborizados con procedimientos específicos y que pueden adicionarse de ingredientes, así como de aditivos y coadyuvantes permitidos por la Secretaría de Salud. Los licores y cremas tendrán un contenido alcohólico del 13,5 al 55% Alc.Vol., y no menos de 1,0% de azúcares (m/v) para los licores y no menos de 10,1% de azúcares (m/v) para las cremas.

Los licores y cremas también se conocen con el nombre de *cordiales*.

* Se entiende que las bebidas alcohólicas son aquellas que presentan un contenido alcohólico entre 2 y 55% Alc.Vol.

Cócteles.- Bebida alcohólica elaborada únicamente con **bebidas alcohólicas destiladas*** pudiendo ser adicionada de aditivos y coadyuvantes permitidos por la Secretaría de Salud, su contenido alcohólico será de 12 a 32% Alc.Vol.

Estos cócteles podrán adicionarse de jugos, jugos concentrados, vino de uva* u otras frutas, extractos, aceites esenciales, sabores naturales y sabores casi idénticos a los naturales.

* Esta definición es contradictoria porque, por una parte, establece que los cócteles son elaborados únicamente con bebidas alcohólicas destiladas, y por otra, que podrá adicionarse vino de uva*.

Bebidas alcohólicas preparadas.- Es el producto elaborado a partir de bebidas alcohólicas destiladas, fermentadas, licores o mezclas de ellos, pudiendo ser adicionados otros ingredientes, así como aditivos y coadyuvantes permitidos por la Secretaría de Salud, su contenido alcohólico es de 2 a 12% Alc.Vol.

Licor de _____ al Tequila o Crema de _____ al Tequila. Licor o Crema de _____ al Tequila. Coctel de _____ al Tequila. Coctel de _____ al Tequila. Bebida alcohólica preparada de _____ al Tequila. Bebida alcohólica preparada de _____ al Tequila.	Siempre que el Tequila sea el que aporte al menos el 51% del contenido alcohólico total del producto
Licor de _____ con Tequila o Crema de _____ con Tequila Licor o Crema con Tequila Coctel de _____ con Tequila. Cóctel con Tequila Bebida alcohólica Preparada de _____ con Tequila. Bebida alcohólica preparada con Tequila	Siempre que el Tequila sea el que aporte al menos el 25% del contenido alcohólico total del producto.

Por lo que respecta a los parámetros fisicoquímicos, esta norma establece que los productos deben cumplir con las especificaciones físicoquímicas señaladas en la NOM-142-SSA1 vigente y que se resume en la siguiente tabla.

ESPECIFICACIONES	LÍMITE MÁXIMO
	Valores expresados en mg/100 ml de alcohol anhidro.
Metanol	300
Aldehidos	40
Furfural	5
Alcoholes superiores o alcoholes de peso molecular superior al alcohol etílico, expresados como alcohol amílico)	500*

Especificaciones	Límite máximo (mg/l)
plomo (Pb)	0,5
Arsénico (As)	0,5

5. Información comercial

De acuerdo con la NMX-V- 049, la información comercial que deben ostentar los productos para venta nacional es la siguiente:

- Nombre o denominación genérica del producto
- Marca comercial
- Cont. Net. (conforme a la NOM-030-SCFI)
- Por ciento de alcohol en volumen (% Alc.Vol.)
- Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del productor y, en su caso, del envasador
- Leyenda que identifique el país de origen (Hecho en..., Manufacturado en

México).

- Contraseña oficial NOM del productor de Tequila
- La clase de Tequila utilizado en la mezcla
- Lote
- Leyendas precautorias

Cuando el contenido alcohólico total del producto sea exclusivamente Tequila 100% de agave, podrá mencionarse este hecho en la etiqueta.

Lista de ingredientes. En orden cuantitativo decreciente (sólo para cócteles y bebidas alcohólicas preparadas.)

Otra información sanitaria exigida por las disposiciones legales aplicables a las bebidas alcohólicas.

Debe aparecer en la superficie principal de exhibición, la información señalada en los literales a), b) y c). El resto de la información debe aparecer y puede incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase.

En ningún caso la palabra Tequila podrá ostentarse en forma predominante en cuanto al tamaño de sus caracteres y/o características tipográficas respecto al resto de la información comercial.

Una de las deficiencias de esta norma es que no prevé el etiquetado de los productos de exportación o envasado en el extranjero.

6. Normativa de información comercial en el mundo

Una página web muy interesante para conocer los requisitos de información legal comercial en el mundo es el siguiente: (8)

<http://www.icap.org/Education/EducatingthePublic/AlcoholBeverageLabeling/tabid/268/Default.aspx>

<http://www.icap.org/PolicyIssues/DrinkingGuidelines/BeverageAlcoholLabelingRequirementsbyCountry>.

Brasil

En el caso de Brasil, la información comercial esta prevista en el **Reglamento de Ley 8.918 de julio de 1994 (9)**.

China

La norma del país China para el etiquetado de bebidas alcohólicas es el siguiente: STANDARD FOR THE LABELING OF ALCOHOLIC BEVERAGE (GB10344-1989).

Estados Unidos

En los Estados Unidos la directiva sobre información comercial en bebidas alcohólicas se puede encontrar en la siguiente página:

[http:// www.ttb.gov/spirits/bam.shtml](http://www.ttb.gov/spirits/bam.shtml) (10).

En esta página se puede consultar el siguiente Manual: THE BEVERAGE ALCOHOL MANUAL (BAM). A Practical Guide

Basic Mandatory Labeling Information for DISTILLED SPIRITS Volume 2, mismo que presenta el siguiente contenido:

Chapter 1: Mandatory Label Information

Chapter 2: Type Size and Legibility Requirements

Chapter 3: Type Size and Legibility Requirements for Health Warning Statement

Chapter 4: Class and Type Designation Chapter 5: Name and Address
Chapter 6: Standards of Fill
Chapter 7: Coloring/Flavoring/Blending Materials Chapter 8: Statement of Age
Chapter 9: Containers

Unión Europea

En la Unión Europea las directivas sobre etiquetado de las bebidas alcohólicas son las siguientes:

REGLAMENTO (CE) No 110/2008 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de enero de 2008, relativo a la definición, designación, presentación, etiquetado y protección de la indicación geográfica de bebidas espirituosas y por el que se deroga el Reglamento (CEE) no 1576/89 del Consejo.

DIRECTIVA 2000/13/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 20 de marzo de 2000 relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros en materia de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios.

Las directivas anteriores se pueden encontrar en la siguiente página:
http://europa.eu/index_es.htm (11)

Bibliografía

Ley General de Salud. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984 y reformas del 07/06/2012, y **24-04-2013**.

Reglamento Sanitario de Productos y Servicios (DOF 9 de agosto de 1999). NORMA Oficial Mexicana NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.

Norma Mexicana NMX-V-046- NORMEX-2009 Bebidas Alcohólicas– Denominación, Clasificación, Definiciones y Terminología.

NOM-030-SCFI-2006, Información comercial de cantidad en la etiqueta-Especificaciones, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de noviembre de 2006.

NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas alcohólicas-Tequila-Especificaciones y RESOLUCIÓN por la que se modifican los numerales 6.5.4.2, 6.5.4.3, 11.1 inciso c), 11.2.1, artículo transitorio primero y artículo transitorio cuarto de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-2012, Bebidas Alcohólicas-Tequila-Especificaciones, publicado en el DOF el 13 de diciembre de 2012.

NOM-106-SCFI-2000, Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial publicada en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 2001.

<http://www.icap.org/PolicyIssues/DrinkingGuidelines/> Anexo del Reglamento de Ley 8.918 del 14 de julio de 1994

<http://www.ttb.gov/spirits/bam.shtml>

http://europa.eu/index_es.htm

Manejo, operación y tratamiento de calderas

Ing. José Manuel Arreola Prado

Contenido

1. Definición	447
2. Clasificación	448
2.1 Por su presión	448
2.2 Por su naturaleza: denominada por su servicio prestado	449
2.3 Por su construcción	449
Clasificación general en calderas	449
3. Selección	450
3.1 Como seleccionar una caldera	451
Tratamiento de aguas de uso industrial	452
1. Introducción	452
2. El agua y fuentes de abastecimiento	452
2.1 Fuentes de abastecimiento	455
2.2 Aguas naturales	455
3. Porcentaje de agua por lugar	456
4. Impurezas en el agua (sustancias minerales disueltas).....	456
4.1 Análisis expresado en partes por millón muestra de Agua cruda.....	457
4.2 Determinaciones	457
5. Incrustación	458
5.1 Gases disueltos	458
6. Corrosión	459
7. Tratamiento externo	460
7.1 Floculación y sedimentación	460
7.2 Filtración.....	460
7.3 Suavización	461
7.4 Intercambio catiónico de sodio	462

7.5 Desionización	462
7.6 Ósmosis	462
7.7 Evaporación	463
7.8 Desgasificación	464
7.9 El deareador es el caballo de batalla	465
8. Tratamiento interno y control	465
8.1 Especificaciones del agua para la alimentación de calderas	465
8.2 Problemas principales en el tratamiento	466
9 Factores de costo promedio del vapor	466
9.1 Guía general para los límites de concentración en agua de calderas	467
9.2 Cálculo de la purga continua en una caldera	470
9.3 Dosificación de producto e interpretación de análisis	471
9.4 Guía para el control de parámetros	472
10. Principios básicos de combustión	474
10.1 Tipos de combustibles	475
10.2 Combustión perfecta	475
10.3 La eficiencia en la combustión	475
11. Contaminación atmosférica	476
12. Mantenimiento	476
12.1 Mantenimiento general	476
12.2 Mantenimiento diario	477
12.3 Mantenimiento semanal	478
12.4 Mantenimiento mensual	479
12.5 Mantenimiento semestral	480
12.6 Mantenimiento anual	481

1. Definición

El término “caldera” se aplica a un dispositivo que genera vapor para fuerza, procesos industriales o calefacción, o agua caliente para calefacción o para uso general. Por razones de sencillez de comprensión, a la caldera se le considera como un producto de vapor en términos generales. Sin embargo, muchas calderas diseñadas para vapor se pueden convertir en calentadores de agua.

Las calderas son diseñadas para transmitir el calor procedente de una fuente externa (generalmente combustión de algún combustible) a un fluido contenido dentro de la misma caldera. Si este fluido no es agua ni vapor, a la unidad se le clasifica como vaporizador o como un calentador de líquidos térmicos.

De cualquier carácter que sea, este líquido debe estar dentro del equipo con las debidas medidas de seguridad. El vapor o agua caliente deben ser alimentados en las condiciones deseadas, es decir, de acuerdo con la presión, temperatura y calidad, y en la cantidad que se requiera. Por razones de economía, el calor debe ser generado y suministrado con un mínimo de pérdidas.

El equipo básico de una instalación para producir vapor (o agua caliente) y ciertamente el componente más costoso del conjunto, consta de la simple cámara para generar calor, la caldera, el fogón y sus estructuras. A esto hay que agregar los quemadores mecánicos, hogares enfriados por agua, supercalentadores de aire y otros accesorios relacionados con las calderas, tales como deseareadores de agua de alimentación, ventiladores para tiro forzado o tiro inducido, bombas y aparatos similares para la formación de unidades generadoras de mayor capacidad y más completas.

No basta el hecho de que cada elemento de la unidad generadora de calor sea eficiente en lo individual y que esté bien construida. En las condiciones actuales de la economía se necesita obtener, desde un principio, el máximo

de economía y seguridad en el servicio del conjunto a un costo mínimo. Este objetivo se logra por medio de un riguroso estudio para que todos los componentes y accesorios de que se forma la planta guarden entre sí la relación equilibrada conveniente. Cada elemento debe conservar una proporción determinada con relación a los demás. Tanto el propietario como el ingeniero, así como el fabricante, tienen interés común en la obtención de una instalación lo más eficiente posible y esto requiere su más íntima colaboración. Para asegurar la selección correcta del equipo de combustión y del que genera el calor y su congruente adaptabilidad entre sí, hay que considerar minuciosamente cada detalle, independientemente del tamaño de la unidad. Una instalación satisfactoria refleja un alto sentido de responsabilidad; la selección de accesorios inadecuados o descompensados entre sí, ocasiona problemas que a la postre, afectarán a todos los interesados.

2. Clasificación general de calderas

Las calderas se clasifican de acuerdo a:

- Su presión
- Su naturaleza
- Su construcción
- La circulación de agua

2.1 Por su presión

Caldera de alta presión: Es la que genera vapor a una presión mayor de 15 psig. (1.05 Kg/cm²) manométricos (1.05 atmósferas efectivas o manométricas).

Caldera de alta presión de vapor o vapor de agua: Es una caldera en la que se genera el vapor a una presión superior a 15 psig. (1.05 kg/cm²).

Caldera miniatura: Caldera cuyas dimensiones y presión de trabajo no excedan de los siguientes límites: diámetro 16" (406 mm); presión de trabajo, 100 psi. (7 kg/cm²); volumen bruto 5 ft³ (0.1415 m³) y superficie de calefacción 20 ft² (1.8 m²).

2.2 Por su naturaleza: denominada por su servicio prestado

Estacionarias

Portátiles

De locomotora Marinas

2.3 Por su construcción

El tipo de construcción también diferencia las calderas como sigue:
fundición y acero

Existen tres tipos de calderas de fundición:

Calderas verticales Calderas horizontales Pequeñas calderas

Las calderas de acero pueden ser de alta o de baja presión, y hoy en día, normalmente son de construcción soldada.

En las calderas de tubos de fuego o tubos de humo, los productos de la combustión pasan a través del interior de los tubos con el agua rodeándolos por el exterior.

En la caldera de tubos de agua, el agua pasa o circula por el interior de los tubos y los productos de la combustión rodean a los tubos por su parte exterior.

Clasificación general en calderas

Las calderas de acero son pirotubulares y acutubulares. Hay dos tipos de calderas:

- 1) Calderas de hierro colado
- 2) Diseños especiales

Clasificación en sus características	Combustible
Uso	Carbón
Presión	Antracita
Materiales de construcción,	Gas
Tamaño	Petróleo
Contenido de los tubos	Leña
forma y posición de los tubos	combustóleo
Sistema y tipo de fogón	gabazos
Fuentes de calor	producción de desperdicios
Clase de combustible	
Fluido utilizado	
Sistema de circulación	
Posición de circulación	
Posición de hogar	
Nombre registrado del Fabricante	
Propiedades especiales	

3. Selección

En la selección de equipos para la generación de calor es necesario considerar los siguientes factores:

- 1.- Cantidad requerida de vapor o agua caliente
- 2.- Presión, temperatura o clase de vapor que se necesita
- 3.- Prevención de necesidades futuras
- 4.- Localización y objeto de la instalación
- 5.- Características de la carga

Otros factores a considerar son:

- 1.- Clase de equipo que se puede obtener
- 2.- Selección de los quemadores
- 3.- Selección de equipos auxiliares

- 4.- Valor calórico y características del combustible del que se dispone
- 5.- Plazos de entrega de la maquinaria
- 6.- Limitaciones y condiciones del espacio del que se dispone para las instalaciones
- 7.- Condiciones existentes para el mantenimiento y operación de la planta
- 8.- Clases de tiro del que se dispone
- 9.- Equipo ya existente que tenga relación con la nueva instalación
- 10.- Consideraciones necesarias sobre el costo de la obra

3.1 Cómo seleccionar una caldera

El promedio de vida de una buena caldera es alrededor de 25 años, es una de las inversiones más durables, así que debe considerarse el costo de acuerdo a su funcionamiento, por lo que es necesario que sea hecha por un ingeniero consultor competente, que considere algunos factores, para que proporcione un servicio eficiente y evitar desperdicios de combustible. Algunos son:

Calcular la demanda precisa del vapor que se requiere en el proceso de producción, ya que esto determinará la capacidad de la caldera que es necesario adquirir y evitar pagar de más por una de capacidad superior, que nunca se va a utilizar completamente.

Determinar la presión que el vapor debe tener para el buen desarrollo de un proceso determinado.

Otros factores importantes que deben tomarse en consideración:

- El agua de alimentación disponible
- Tiempo de operación diaria de la caldera
- Tipo de caldera a utilizar y número de unidades
- La selección del combustible
- Obtención de los costos de operación
- El espacio disponible

Tratamiento de aguas de uso industrial

1. Introducción

Los altos costos, tanto de combustible, como de reposición de equipo, nos obligan a seleccionar un programa efectivo en el tratamiento de calderas. Entre otros, torres de enfriamiento y un buen programa en el tratamiento para la conservación de estos equipos es definitivo, lo que abarca desde el agua de la fuente de abastecimiento, hasta las aguas residuales para:

1. Prevenir la corrosión de superficies metálicas
2. Evitar o disminuir los depósitos de las sales en las superficies metálicas
3. El control de concentraciones de sólidos disueltos y suspendidos para evitar contaminaciones y problemas de depósitos
4. Eliminar los crecimientos biológicos que ocasionan serios problemas, tanto en los equipos, como en las instalaciones.
5. Mantener limpios los equipos para evitar pérdidas de eficiencia que inciden en costos.

2. El agua y fuentes de abastecimiento

Son pocas las operaciones de ingeniería o industriales que pueden llevarse a cabo con buenos resultados si se carece de un suministro de agua convenientemente acondicionada, ya que el agua de calidad satisfactoria para algunos procesos puede ser totalmente inadecuada para otros fines. La experiencia ha establecido con bastante precisión, especificaciones definitivas para satisfacer los requisitos de agua en la mayoría de las industrias y ha indicado tolerancias fuera de las cuales no es posible obtener resultados satisfactorios.

La purificación de agua que resulta satisfactoria para usos municipales, por ejemplo, es frecuentemente inadecuada para algunos procesos industriales. Evidentemente no es práctico acondicionar el suministro público para toda la comunidad y lograr que el agua procesada satisfaga los requisitos específicos de grupos de industrias.

Todas las industrias que dependen de suministros públicos de agua deben esperar que el agua cruda suministrada se encuentre entre márgenes de especificaciones apropiadas, pero el tratamiento complementario de purificación para destinarla a usos específicos es una operación que corresponde a la iniciativa privada.

El agua es un líquido insípido, incoloro e inodoro. Se trata de un compuesto químico representado por la fórmula H_2O , lo que indica que es la combinación de dos volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno. Sin embargo, el agua químicamente pura es un líquido extremadamente escaso y difícil de obtener debido a que es un solvente casi universal y en él, prácticamente todas las sustancias son solubles hasta cierto grado. A causa de esta propiedad, el agua se contamina frecuentemente por las sustancias con las que entra en contacto.

En la tierra, la mayor fuente de agua está constituida por los océanos y, eventualmente, todas las aguas regresan a estos depósitos. El ciclo que el agua sigue es similar al de un gigantesco aparato de destilación a causa del calor solar, el vapor de agua asciende de las superficies de depósitos de agua terrestres, formando ocasionalmente nubes cargadas de humedad, las cuales se condensan al ponerse en contacto con corrientes de aire frío y producen lluvia o nieve.

Del agua que cae sobre la corteza terrestre, aproximadamente una tercera parte fluye nuevamente al océano por los cauces fluviales superficiales, mientras que el doble de este volumen se evapora o es absorbido en el suelo para reaparecer posteriormente en manantiales o pozos, o llegar al océano por corrientes subterráneas. De este modo, la lluvia disuelve los minerales y metales del suelo al entrar en contacto con ellos.

La acción disolvente del agua sobre las sustancias minerales se incrementa notablemente por la presencia de gases disueltos en ella.

Los gases más importantes contenidos en el agua son bióxido de carbono (CO_2), y oxígeno (O_2). La atmósfera contiene aproximadamente 0.04 por ciento de bióxido de carbono, y como este gas se solubiliza rápidamente en agua, una apreciable cantidad de él se disuelve conforme la lluvia cae a tierra. El contenido de bióxido de carbono frecuentemente es incrementado por la materia orgánica en descomposición y por los residuos industriales. La solución relativamente débil de ácido carbónico en el agua de lluvia, disuelve gradualmente los materiales de la corteza terrestre, agregándolos al oxígeno disuelto y otros constituyentes del agua de lluvia. Como resultado de estas condiciones, el agua obtenida de ríos, lagos, manantiales u otras fuentes, no es sólo un compuesto químico simple constituido por hidrógeno y oxígeno, sino que es una solución compleja que contiene muchas sustancias orgánicas e inorgánicas.

La composición química del agua refleja ampliamente la naturaleza del territorio geológico del cual ha sido obtenida. Se obtiene agua dura de áreas en las que abunda la piedra caliza (carbonato de calcio) o yeso (sulfato de calcio), agua alcalina donde existen depósitos alcalinos, y así sucesivamente acontece con un extenso grupo de sustancias minerales o metálicas. Además de los constituyentes que se disuelven en el agua, muchas corrientes superficiales contienen abundante materia en suspensión que resulta de la erosión de los cauces, o debido a la descarga de residuos industriales en ellas.

La calidad de aguas superficiales o subterráneas fluctúa ampliamente en cada estación, dependiendo de las variaciones en las lluvias y otros factores. Los períodos de sequía excesiva pueden ocasionar mayor disminución en la calidad de agua debido a la entrada de agua salada hacia los cauces marinos durante épocas de marea alta. Tales condiciones perjudican el funcionamiento de los sistemas de suavización de agua, y aumentan notablemente los costos de operación de las unidades generadoras de vapor.

El polvo atmosférico que proviene de plantas industriales contaminan posteriormente el agua de lluvia y es un factor que contribuye a la contaminación final de las aguas naturales. Aun cuando es de menor importancia que la contaminación resultante de la disolución de minerales de la superficie terrestre y de la producción por residuos industriales, todavía juega un papel importante en la composición física y química de las aguas superficiales y subterráneas.

2.1 Fuentes de abastecimiento

1. Agua de mar
2. Aguas superficiales
3. Aguas subterráneas

2.2 Aguas naturales

El agua es el líquido más común sobre la tierra. Cubre el 72% de la superficie terrestre, tanto en estado líquido (océanos, mares, lagos, ríos) como en forma sólida (hielo de los glaciares) y en estado gaseoso (vapor de agua en las capas bajas de la atmósfera), y es indispensable para los seres vivos.

Todos los organismos vivos presentan un gran contenido de agua que alcanza al 97% de la masa corporal de las medusas, y entre 65-70% en el caso del hombre.

Se ha calculado que el volumen total de agua disponible en la tierra es de 1,500 millones de Km^3 de los cuales el 97.2% se encuentra en los mares.

3. Porcentaje de agua por lugar

- Mares 97.2
- Casquetes polares y glaciares 2.15
- Humedad del suelo y agua freática 0.63
- Agua superficial (lagos, ríos y corrientes 0.019 de agua dulce, lagos y mares salados)
- Agua atmosférica 0.001

4. Impurezas en el agua (sustancias minerales disueltas)

Para propósitos industriales o de urbanización, las principales fuentes de abastecimiento por economía son las aguas superficiales y aguas subterráneas. El agua en su estado natural, como ya se dijo, nunca se encuentra pura, y estas impurezas se pueden agrupar de la siguiente manera:

1. Sustancias minerales disueltas
2. Gases disueltos
3. Turbidez y sedimentos
4. Color y materia orgánica
5. Sabores y olores
6. Microorganismos

Que estas impurezas sean dañinas o no, depende de la naturaleza y cantidad, así como de los usos a los cuales el agua esté destinada, y de la tolerancia para las diversas impurezas para cada caso en particular.

Para el inicio de cualquier tratamiento en aguas para uso industrial se debe efectuar un análisis completo del agua que se dispone.

4.1 Análisis expresado en partes por millón muestra de agua cruda

Cationes:				
Calcio	Ca ++	P.P.M. como CaCO ₃		272.00
Magnesio	Mg++	“ “ “		344.00
Hierro	Fe+++	“ “ Fe+++		0.13
Sodio	Na+	(Estimado)		163.80
Aniones:				
Bicarbonatos HCO-3 ppm. como CaCO ₃ 292.00				
Carbonatos	Co-3	“ “ “		0
Hidróxidos	Ho-	“ “ “		0
Sulfatos	So-	“ “ So-4		260.00
Cloruros	Cl-	“ “ Cl-		185
Nitratos	No-3	“ “ N(de No3)		0.2
Nitritos	No-2	“ “ N(de No2)		0.01

4.2 Determinaciones

Dureza total	P.P.M. como CaCO ₃	616.0
Alcalinidad (F)	“ “ “	0
Alcalinidad (Am)	“ “ “	292.00
bióxido de Carbono	“ “ CO ₂	5.2
Manganeso	“ “ Mn	0
Silice	“ “ SiO ₂	45.0
Turbidez	“ “ FTU	0
S.T.D.	-----	970
Ph	-----	7.01
Is	-----	+0.03

5. Incrustación

Conductividad térmica: de los depósitos (K)

Es expresada en BTU por pie cuadrado de área, por pie de espesor, por hora, por °F.

Se ha encontrado que varía de 0.66 a 2.01 con un valor medio aproximado de 1.5. El grado de porosidad del depósito afecta su conductividad térmica. Los depósitos de agua dura son materiales aislantes como el ladrillo refractario. Desafortunadamente, los depósitos se forman en lugares no convenientes, lo que ha conducido a llamarles “aislante equivocado”.

Las propiedades aislantes de los depósitos, son objetables no solamente en las calderas de vapor sino también en equipos que manejan agua de enfriamiento como condensadores, máquinas de combustión interna y otro equipo enfriado por agua. Más aún, los depósitos no se forman en una capa de grosor uniforme sobre el área de transferencia de calor. Más bien, el depósito se forma rápida y consecutivamente de mayor grosor, en puntos en que la transferencia de calor es mayor; ocasionando sobrecalentamiento en el metal, y falla del mismo; además del alto consumo de combustible por pérdida de la transferencia de calor.

5.1 Gases disueltos

- 1.- Bióxido de carbono (CO₂)
- 2.- Oxígeno (O₂)
- 3.- Nitrógeno (N₂)
- 4.- Sulfato de hidrógeno (H₂S)
- 5.- Metano (CH₄)

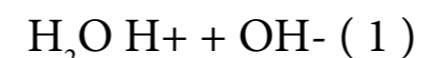
6. Corrosión

Ha sido definida como la destrucción de un metal por reacción química o electroquímica, por el medio ambiente.

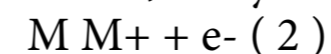
La teoría electroquímica ha sido confirmada, y generalmente se acepta como explicación satisfactoria de las reacciones básicas responsables de la corrosión, tanto de metales ferrosos como no ferrosos.

El agua, cuando se ioniza el hidrógeno H⁺ y ion oxidrilo OH⁻. El hierro en contacto con el agua se disuelve en forma de iones ferrosos, y un número equivalente de iones hidrógeno se descarga y depositan sobre la superficie de hierro.

La reacción para la disociación



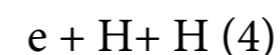
Cada átomo de Metal M al disolverse forma un ion metálico cargado positivamente, M⁺ y desprende uno ó más electrones cargados negativamente.



El ion metálico es atraído hacia el ion oxidrilo. OH⁻ + M⁺ MOH (3)

Este hidróxido metálico es relativamente insoluble, puede depositarse sobre la superficie metálica.

Cuando se desprenden los electrodos en la reacción (2) inmediatamente se neutraliza un número equivalente de iones H⁺ formando una capa invisible de átomos neutros sobre el cátodo.



Cuando se encuentra presente oxígeno disuelto, éste se difunde hacia el área catódica y reacciona con el hidrógeno para formar agua. Esta reacción evita la polarización y permite que continúe la acción corrosiva. 2H + 1/2 O₂ H₂O

(5) Las reacciones (2) y (3) se efectúan en el ánodo. Las reacciones (4) y (5) tienen lugar en el cátodo.

7. Tratamiento externo

De acuerdo a las características del agua empleada se define el tratamiento externo a emplear.

7.1 Floculación y sedimentación

7.2 Filtración

7.3 Suavización

7.4 Intercambio catiónico de sodio

7.5 Desionización

7.6 Ósmosis

Evaporación

Desgasificación

El proceso más utilizado en tratamiento de agua para uso industrial es el intercambio iónico (suavización) y el desgasificación (deareador).

7.1 Floculación y sedimentación

La floculación se lleva a cabo generalmente como una etapa previa a la filtración al efectuar el acondicionamiento de aguas. La secuencia completa de las operaciones básicas para la remoción de turbidez, color y otras materias orgánicas en la preparación del agua para su filtración es 1) adición de productos químicos, 2) mezcla rápida, 3) floculación y 4) sedimentación.

7.2 Filtración

La remoción de sólidos suspendidos, al pasar el agua a través de un medio poroso, es principalmente una acción mecánica. Muchas partículas no pasan por los intersticios del filtro a causa de su tamaño. Esta acción sola, sin embargo, puede no dar una clarificación de películas gelatinosas alrede-

dor de los granos del medio filtrante. En algunos filtros, este recubrimiento de los granos de arena se obtiene por una acción biológica, la cual es más acentuada en filtros lentos de arena, en los cuales se forma una capa limosa, técnicamente llamada Schmutzdecke sobre la superficie de lecho filtrante. La resistencia de la capa a la rotura se debe usualmente a su relación con organismos microscópicos. La masa reticular que ellos forman ayuda a la clarificación. También pueden formarse flóculos mediante varios productos químicos para crear un *Schmutzdecke artificial.

*Este término fue creado para distinguirlo del proceso lento con arena, el cual no utiliza coagulantes químicos. El gasto de filtración, a través de filtros mecánicos, es mucho más rápido que a través del tipo lento de arena. La profundidad a la cual los sólidos penetren en el lecho de arena y traído, depende en gran parte del flujo de filtración, el grado de pretratamiento, así como de las dimensiones y graduación del medio filtrante. Conforme pasa el tiempo, aumenta la eficiencia de un filtro operando adecuadamente. La materia floculada llena los espacios vacíos del lecho filtrante, y la capa artificial produce intersticios más finos, y ayuda, tanto a la remoción de sólidos solubles como a la remoción de los sólidos suspendidos.

7.3 Suavización mediante zeolita de sodio

El proceso básico. La suavización con zeolita consiste en pasar el agua a través de un lecho de material que posee la propiedad de remover el calcio y magnesio del agua y de reemplazar estos iones con sodio o potasio. El intercambio tiene lugar rápidamente, de tal manera que el agua cruda, a su paso por el lecho de zeolita, puede ser ablandada casi completamente, independientemente de las variaciones en dureza. El calcio y magnesio serán removidos de cualquiera de sus sales en solución, como bicarbonatos, sulfatos, cloruros, etc.

Cuando se ha agotado el valor de intercambio en operación, el suavizador debe regenerarse, esto es, deben ser reemplazados los iones de sodio removidos durante el proceso de ablandamiento. La regeneración se efectúa

tratando el lecho con una solución saturada de cloruro de sodio (sal común). Entonces tiene lugar la reacción química inversa, y el calcio y magnesio extraídos del agua y fijados en los granos del material cambiador de iones, son liberados y pasan a la solución de salmuera. En esta forma son removidos de la zeolita y arrastrados al drenaje. Los iones de sodio son captados por la zeolita, y la unidad nuevamente está lista para ablandar agua.

7.4 Intercambio catiónico de sodio

El proceso básico. El ablandamiento de agua por intercambio catiónico en el ciclo de sodio, no reduce los sólidos totales disueltos, sino que los aumenta ligeramente, ya que 46 partes de sodio reemplazan a 40 partes de calcio o a 24 de magnesio. Los aniones, o sea, los sulfatos, cloruros, nitratos y bicarbonatos, pasan a través de la unidad sin alterarse y permanecen en el agua tratada, combinados con sodio.

7.5 Desionización

Durante muchos años el único medio disponible para una remoción esencialmente completa de las sales solubles del agua, fue la destilación. Desde el desarrollo de las resinas de intercambio aniónico, ha sido posible producir agua de la más alta pureza por un proceso de intercambio iónico en dos pasos. Esto ha sido llamado por varios autores “desmineralización” y “desionización”, pero como algunos de los iones intercambiados no son necesariamente de origen mineral, el término de desionización parece ser más amplio.

El primer paso en este proceso es el tratamiento de intercambio catiónico de hidrógeno. El efluente de este paso, conteniendo los ácidos de los aniones originalmente presentes en el agua cruda, se hace pasar a continuación a través de un lecho cambiador de aniones, en el que son removidos.

7.6 Ósmosis

Una membrana semipermeable es una lámina fina de material capaz de

separar sustancias en función de sus propiedades físicas y químicas cuando se aplica una fuerza directora a través de la misma. Las membranas pueden clasificarse por el tipo de sustancias separadas y por las fuerzas directoras empleadas. Por ejemplo, microfiltración (MF) y ósmosis inversa (OI) son dos procesos de membranas que utilizan las presiones para transportar agua a través de la membrana. Las membranas MF son capaces de separar sólo partículas, mientras que la ósmosis inversa retiene muchos solutos a medida que el agua permea (pasa) a través de ellas.

7.7 Evaporación

En su forma más simple un sistema de evaporación consiste en dos partes esenciales:

- 1.- La cámara de destilación o evaporador, donde el agua es calentada y convertida en vapor.
- 2.- El condensador, en el cual el vapor es convertido en líquido.

La fuente de calor empleada para vaporizar el agua en las plantas generadoras de vapor es vapor de alta o de baja presión, el que a su paso por los serpentines de calentamiento se condensa, cediendo su calor latente al agua cruda que va a ser evaporada. Así, en un evaporador existen dos fuentes de agua destilada, una es el condensado del vapor que se ha empleado en calentar el agua, la cual reemplaza al vapor usado por el evaporador y no puede, por lo tanto, ser considerada como “repuesto”; la otra es el vapor condensado que se convierte en vapor y posteriormente se condensa, los sólidos en suspensión o disueltos en el agua permanecen en la cámara de destilación, a menos que sean arrastrados mecánicamente con el vapor o que pasen en forma de gases.

En la operación de evaporadores en gran escala, el destilado obtenido de ellos generalmente contiene una pequeña cantidad de sólidos solubles o suspendidos y algunos gases. Los sólidos se encuentran presentes porque existen pequeñas gotas de agua que son arrastradas fuera del evaporador junto

con el vapor. Los evaporadores bien diseñados y operados, pueden producir condensados que presentan un contenido de sólidos tan bajo como 1 ó 2 ppm, o inferior. La cantidad de sólidos presentes en el destilado está influida por el gasto a que se opera el equipo, el diseño del evaporador, el equipo instalado de purificación de vapor y los sólidos presentes en el agua de alimentación y en el agua.

7.8 Desgasificación

Los métodos físicos y químicos se combinan para minimizar el efecto del oxígeno disuelto en los componentes del sistema, pero el deaerador debe ser operado con eficiencia y los agotadores de oxígeno deben mantenerse en condiciones muy estables.

La protección contra la corrosión durante las operaciones y en los paros constituyen uno de los objetivos principales dentro de un programa de acondicionamiento de agua de alimentación.

Es bien conocido que el agua, conteniendo oxígeno disuelto, puede ser altamente corrosiva para los componentes metálicos del sistema de generación de vapor y esto se aplica tanto a instalaciones en operación como a calderas en espera de uso.

La corrosión, debida al oxígeno, es una reacción electroquímica, cuya rapidez aumenta dramáticamente con la temperatura del agua. Debido a que la reacción se manifiesta en algunos puntos localizados, la presencia de oxígeno, aun en bajas concentraciones, puede causar problemas serios. La remoción efectiva del oxígeno es, por lo tanto, esencial para mantener el equipo en perfectas condiciones. Esta protección puede obtenerse por medios físicos o químicos de deaeración. El mantenimiento adecuado del deaerador es crítico, así como la selección correcta y la aplicación del agotador químico de oxígeno. Un buen programa de monitores es un compañero esencial.

7.9 El deaerador es el caballo de batalla

Basado en la experiencia, es más económico usar primero un deaerador mecánico para remover tanto oxígeno como sea posible.

Los deaeradores operan a presión o al vacío. Los deaeradores a presión, capaces de reducir el oxígeno disuelto a cantidades tan bajas como 0.006 a 0.007 ppm. son los únicos que se pueden usar en sistemas de alimentación de agua.

8. Tratamiento interno y control

8.1 Especificaciones del agua para la alimentación de calderas

El agua perfecta para alimentar calderas es aquella que no deposite sustancias incrustantes, no corroa el metal de las calderas ni sus accesorios y no ocasione arrastres ni espuma. Agua de estas características es difícil obtener excepto mediante purificación artificial, con la cual las impurezas capaces de originar incrustaciones, corrosión u otros efectos indeseables, se eliminan o cambian a productos menos perjudiciales.

Aun cuando es posible encontrar gran variedad de sales minerales o ácidos en las aguas naturales, éstos pueden ser objetables cuando están presentes en el agua para alimentación a calderas. Antes de intentar la descripción de los métodos de tratamiento aplicables a la purificación de aguas para alimentación, es esencial tratar sobre las propiedades de algunas impurezas encontradas con frecuencia en los suministros. Estas sustancias pueden encontrarse presentes como materia en suspensión o bien, en solución. Es en esta forma, como ellas ocasionan las mayores dificultades en la operación de calderas.

8.2 Problemas principales en el tratamiento

INCRUSTACIÓN: Pérdidas de energía.

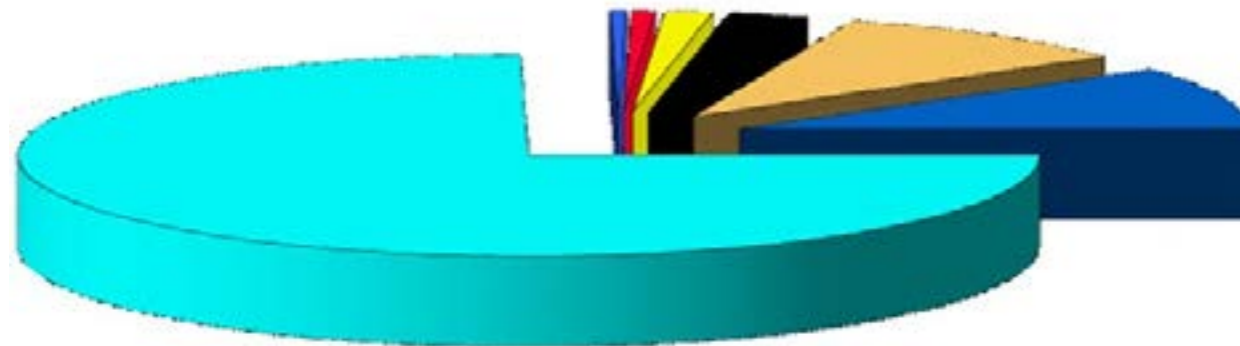
CORROSIÓN: Reposición de equipo.

ARRASTRES: Contaminación y problemas en el proceso.



9. Factores de costo promedio del vapor

Químicos 0.75% Agua 1% Purgas 1.5% Electricidad 3% Equipo 10% Combustible 74% Mantenimiento 9.75%



9.1 Guía general para los límites de concentración en agua de calderas

(Se recomienda que el agua de alimentación sea blanda, y según el uso, el tratamiento requerido).

PRESIÓN	S.T.D.	OH	PO4	SO3	SiO2	S.S.
Lbs/pg2	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.
1-100	4000	300-700	15-60	5-60	100-300	70-100
100-150	3000	300-600	15-60	5-40	100-300	70-100
150-300	2500	200-400	15-30	5-20	50-100	50-70
300-600	2500	150-200	15-30	5-20	50-70	50-70
600-1000	500	100-120	10-15	5-10	205-50	50-70
600-100	500	100-120	10-15	5-10 (Hidracina)	5	20-50

Hidracina

Tabla aprobada por la América Boiler a Ffiliatd autor: P.A. Baike

NOTA: dependiendo de la calidad de agua de alimentación y las condiciones de operación de cada caldera en particular, se fijarán los parámetros de operación.

Cálculo para determinar el consumo de combustible en caldera:

Datos:	Potencia:	500 CVH
Presión		100 PSI
Presión		100 PSI
Carga de trabajo		80%
Carga de trabajo	80%	80%
Combustible	Combustóleo	(10,100 Calorías/Kg)
Agua de alimentación:		100°C
CVH		15.65 Kg vap/hora

Datos de la tabla de Entalpias
 Vapor saturado: 665 Kcal/Kg
 Agua de alimentación: 95 Kcal/Kg

Consumo de energía:
 $500 \text{ CVH} \times 15.65 \times 0.8 = 6,260 \text{ Kg de vapor por hora.}$
 $6,260 (665 - 100) = 3,536,900 \text{ Kcal/hora.}$
 Consumo de combustible:
 $3,536,900 \text{ Kcal/Hr} = (359 \text{ Kg/hr.}) (\$5.5) = \$ 1,974.00/\text{HORA}$
 9,840 Kcal/Kg
 Costo por día \$ 47,376.00

NOTA: Esta referencia es para evaluar la operación de las calderas y considerar la eficiencia en que están operando al comparar el consumo real de combustible.

Transferencia de calor

Espesor del incremento en el consumo.

Incrustación en cm.	De combustible
0.15	4%
0.37	7.5%
0.63	14%
0.9525	21.5%
1.27	30%

Ejemplos:
 Mi caldera consume 359 Kg./hr., de combustóleo.
 \$5.5/Kg... Costo mensual \$1,421,640.00
 Después de la última inspección se encontró que por el lado de agua se tenía un depósito de 4.4 mm y su composición era de carbonatos más fierro.

Consumo de combustible mensual = \$1,421,640.00
 Pérdidas en depósito 5.5%
 DIFERENCIA = \$78,190.00 mensuales.
 Costo teórico en la comparación del desperdicio de energía por purgas al alimentar agua suavizada -vs- ósmosis.

Datos base de cálculos	suavizador	desmineralización ósmosis inversa	Unidades
S.T.D. En agua de caldera	3000	3000	P.P.M.
No. de ciclos	10	300	
Combustible utilizado	Combustóleo	combustóleo	
Poder calorífico del combustible	9,840	9,840	Kcal/L
Diferencia de Entalpia	66	66	Kcal./Kg
Costo unitario del combustible	5.5	5.5	S/L

Costo teórico en la comparación del desperdicio de energía por purgas al alimentar agua suavizada -vs- ósmosis.

Cálculos y costos	suavizador	desmineralización ósmosis inversa	unidades
Purga	16,693	502	L/día
Rechazo equipo ósmosis inversa	0	45,072	L/día
Calor necesario para la purga	1'101,738	33,132	Kcal/día
Combustible necesario	111,9	3,3	L/día
Costo del combustible por purgas	615.45	4,5	S/día
Costo operacional por ósmosis	0	5.5	S/m ³
Costo total de operación	0	600.96	S/día

Resumen de costos			
Concepto	suavizador	desmineralización ósmosis inversa	unidades
Total	615.45	615.45	S/día

9.2 Cálculo de la purga continua en una caldera

No. de ciclos

$$\text{No.} = \frac{3400}{1000 - 700} = \frac{3400}{300} = 11.3$$

PURGA

$$P = \frac{(700) (15.65) (0.8)}{11.3 - 1} = 712.5 \text{ LPH}$$

Purga por día = 17.1 m³

La misma caldera con una alimentación de 150 P.P.M. STD.

$$\text{No. Ciclos } 3400 = 66.6$$

$$170-119$$

$$\text{Purga} = 133.5 \text{ LPH}$$

$$\text{Purga por día} = 3.2 \text{ m}^3$$

Ahorro de 13.9 m³/ día

9.3 Dosificación de producto e interpretación de análisis

Para adicionar productos químicos al agua para alimentación o al agua concentrada de las calderas, los equipos varían desde simples tanques a presión e inyectores, hasta complejos sistemas para bombeo de los productos químicos. Para una presentación ordenada, estos dispositivos pueden clasificarse de la siguiente forma:

- 1.- Aparatos para tratamiento de aguas para alimentación a presiones bajas o moderadas.
- 2.- Aparatos para tratamiento de aguas concentradas de las calderas o a altas presiones.

La protección del sistema anterior a las calderas incluyen desaeración, elevación de pH para retardar la corrosión en las bombas y tuberías de agua de alimentación, disminución de pH para prevenir incrustaciones en los calentadores y economizadores por etapas, y el uso de polifosfatos o compuestos orgánicos para inhibir depósitos. Con estas excepciones, la mayor parte de los productos químicos agregados al agua para alimentación se emplea por el efecto que tienen sobre el agua concentrada de las calderas.

La adición de productos químicos a la sección de baja presión del ciclo se puede hacer por medios más simples y menos costosos que el tratamientos directo del agua de la caldera, pero en algunos casos esto no es permisible.

9.4 Guía para el control de parámetros

1.- Sólidos totales disueltos (altos)

CAUSAS:

- a) incremento en todos los parámetros
- b) los valores altos ocasionan formación de espuma y arrastres

ACCIONES:

- a) incrementar el número de purgas
- b) incrementar purgas de superficie
- c) revisar la recuperación de condensados

Sólidos totales disueltos (bajos)

CAUSAS:

Se desperdicia productos químicos y energía.
Disminuir purgas

ACCIONES:

Revisar que las válvulas de purgas cierren correctamente

2.- Alcalinidades (OH) (PH) (Valores altos)

CAUSAS:

Ocasionan la formación de espuma y en casos extremos la fragilización cáustica.

Ph mayores de 12 y OH en puntos mayores de 1500 p.p.m.

ACCIONES:

Disminuir dosis de productos químicos que se utilizan para el control de pH o disminuir los ciclos de concentración con purgas (PQ-21- PQ-22, PQ-28)

Alcalinidades: (OH) (PH) (Valores bajos)

CAUSAS:

Favorecen la incrustación de carbonatos y silicato.

ACCIONES:

Productos para el control de PH. (PQ-21,PQ-22,PQ-28).

3.- Fosfatos (Valores altos)

CAUSAS:

Los valores por arriba de los parámetros incrementa el costo del tratamiento y en casos extremos podrían formar depósitos.

ACCIONES:

Disminuir la dosis del PQ-69, PQ-60, PQ-61, PQ-62, PQ-63, PQ-65

Fosfatos (Valores bajos)

CAUSAS:

Un valor inferior o su ausencia podría favorecer la formación de depósitos (sarro)

ACCIONES:

Incrementar la dosis del PQ-69. PQ-60, PQ-61, PQ-62, PQ-63, PQ-65

4.-Sulfitos (Valores altos).

CAUSAS:

Un valor alto nos indica el desperdicio de químicos.

ACCIONES:

Disminuir la dosis del PQ-13

Sulfitos (Valores bajos)

CAUSAS:

Un valor inferior o su ausencia, podría ocasionar problemas de corrosión por oxígeno.

ACCIONES:

El aumento de la dosis del PQ-13
Revisar el funcionamiento del deaerador.

5.- Sílice (Valores altos)

CAUSAS:

Un valor alto ocasiona problemas de depósitos, este elemento es en ocasiones, el fijador de los ciclos de concentración en una caldera.

ACCIONES:

El aumento de purgas de superficie Revisar la recuperación de condensados.

Sílice (Valores bajos).

CAUSAS:

Sin problemas.

10. Principios básicos de combustión

El aire es una mezcla de gases constituida por más de 20 componentes, siendo los cuatro principales los que se encuentran en mayor proporción, como el nitrógeno, oxígeno, argón y bióxido de carbono. El nitrógeno y oxígeno constituyen el 99.03% de su volumen total, y en conjunto, los cuatro gases mencionados representan 99.996 del volumen del aire seco. Los más de 16 componentes restantes apenas integran el 0.0004% y algunos de ellos, como el ácido sulfhídrico (H_2S), a lo cual se le llama “traza”.

La combustión, por lo tanto, es una forma de oxidación de los elementos químicos de un combustible con el oxígeno del aire, en la cual las partículas del combustible y del oxígeno se combinan rápidamente para producir calor.

Estos elementos básicos de los combustibles se hallan en muchas combinaciones que se conocen como HIDROCARBUROS, algunos de los cuales son gases, otros líquidos y otros sólidos.

Otros elementos como el azufre y el nitrógeno también arden, pero no son

importantes como combustibles, más bien producen gases contaminantes. Se define como combustible a todo elemento o cuerpo capaz de reaccionar químicamente con el oxígeno del aire, dando como resultado de esta reacción, calor, luz y desprendimiento de gases. Los combustibles fósiles son perecederos.

10.1 Tipos de combustibles

Combustibles sólidos

Combustibles líquidos

Combustibles gaseosos

10.2 Combustión perfecta

El objetivo de una buena combustión es liberar todo el poder calorífico de un combustible, minimizando los gases tóxicos y la pérdida de calor. Es decir, mientras más completa y limpia sea la combustión, mayor será el calor producido y menor la contaminación.

COMBUSTIBLE + OXIGENO PURO = CALOR + LUZ + BIÓXIDO DE CARBONO + AGUA

Sin embargo, como ya vimos, los combustibles y el aire contienen elementos como el azufre y el nitrógeno, los cuales alteran totalmente la sencillez de este proceso ideal, ya que producen gases contaminantes.

Monóxido de carbono (Co)

Bióxido de azufre (SO_2)

Óxidos de nitrógeno (NO_x) Ozono (O_3) Smog

Partículas suspendidas

Compuestos orgánicos volátiles

10.3 La eficiencia en la combustión

Es la medición y/o cálculo en porcentaje, sobre qué tan bien el equipo está quemando el combustible. Una eficiencia de combustión del 100% extraería toda la energía disponible en el combustible. Sin embargo, sabemos que el

100% de eficiencia no es realmente alcanzable. Los varios procesos de la combustión producen eficiencias del 70 al 80% dependiendo del tipo de equipo utilizado. Los cálculos de la eficiencia se basan en tres factores: La química del combustible, la temperatura de los gases de chimenea y el porcentaje de CO₂ después de la combustión.

11. Contaminación atmosférica

La contaminación del aire adquiere proporciones peligrosas si se considera la elevada densidad de población en las zonas urbanas y las grandes concentraciones en espacios cerrados (escuelas, centros comerciales, metro).

A partir de enero de 1998 se hizo obligatoria la norma ecológica 085, que limita las emisiones de contaminantes a la atmósfera, de fuentes fijas, además de muchas otras normas para la calidad del agua, los desechos sólidos, líquidos y gaseosos.

12. Mantenimiento

12.1 Mantenimiento General

Biografía del equipo en el cuarto de calderas

Mantener escritos los procedimientos de operación

Es un deber la limpieza general

Mantener los equipos eléctricos limpios

Mantener el suministro de aire fresco adecuado

Tener un registro preciso del consumo de combustible

Establecer un programa regular

Utilizar una hoja de registro

SEGURIDAD – SEGURIDAD – SEGURIDAD.

12.2 Mantenimiento Diario

- Revisar el nivel de agua
- ¿Hay agua en el cristal?
- Asegurar el suministro de agua a la caldera. **No deje que llegue agua a la caldera**
- Apagar el quemador
- Enfriar la caldera, abrirla e inspeccionar por posibles daños
- Purga de la caldera
- Purga de fondo
- Eliminación de lodos
- Secuencia apropiada
- Cierre rápido – abre primero, cierra último
- Cierre lento – abre y cierra con el flujo
- Purga de superficie
- Control de sólidos disueltos
- Purga de la columna de agua
- Purga del cristal
- Revise la presión o temperatura de la caldera, mayor o menor a la normal
- Revise la temperatura de la chimenea, debe estar entre 10 y 37 °C encima de la temperatura del vapor o el agua caliente
- Referencia del régimen de carga
- Registre la presión/temperatura del agua de alimentación
- DA – presión y temperatura en el tanque debe corresponder a:
 - 0.35 kg/cm² – 108 °C
 - Sistema de alimentación: venteado y temperatura variable
- Registro de la presión de gas
- Entrada al regulador
- Salida del regulador

- Presión en el codo
- Registro del agua de repuesto
- Revise la operación general del quemador y patrón de la flama
- Revise operación del equipo auxiliar
- Tratamiento de agua
- Registro de presión y temperatura de combustible
- Presión en la tubería
- Presión de suministro
- Presión de retorno
- Temperatura del combustóleo
- Registre la presión de atomización del combustible, varía con la carga del quemador, aproximadamente 0.5 kg/cm² sin flujo de combustible a 1.75 kg/cm² a plena carga
- Baja presión
- Problemas con el cañón o el compresor
- Registre el suministro de agua a la caldera y las temperaturas de retorno
- Detecte temperaturas con alta fluctuación.

12.3 Mantenimiento semanal

- Revise la operación de los niveles de control del agua
- Prueba de evaporación
- Prueba de corte por bajo nivel
- Vea el nivel de agua en el cristal
- El quemador debe apagarse cuando el nivel de agua alcance la marca de bajo nivel
- Si el quemador no se apaga en el punto de corte, apague el quemador con el interruptor
- Enfríe la caldera e inspeccione el mecanismo de corte por bajo nivel
- Revise la válvula de combustible
- Revise que abran y cierren visualmente
- Revise fugas de las válvulas de venteo

- Operación manual de la manivela
- Revise los acoplamientos de combustible y aire
- Movimiento fluido
- Conexiones firmes
- Revise el juego de tornillos
- Utilice lubricante ligero
- Revise el equipo de detección de flama
- Registre la fuerza de la señal
- Limpie los lentes
- Limpie el tubo visor
- Revise los empaques de las válvulas
- Ajuste el empaque del vástago, si se aprieta demasiado, el vástago podría doblarse
- Revise la mirilla de cristal tubular o prismático
- Revise adelgazamiento del vidrio
- Revise las luces indicadoras y alarmas
- Revise la operación de todos los motores
- Revise los controles de seguridad e interlocks
- Revise fugas, ruidos, vibración, condiciones inusuales, etc.

12.4 Mantenimiento mensual

- Inspeccione la operación del quemador
- Realice un análisis de gases
- Revise las purgas de la caldera
- Revise si existen fugas de gases de escape
- Revise las levas
- Asegure la fijación del juego de tornillos
- Desgaste del resorte de la leva
- Rocíe lubricante ligero
- Revise el quemador
- Condición y posición del difusor

- Condición del tubo del piloto
- Condición y posición del electrodo
- Movimiento de la mampara
- Revise zonas calientes
- Área lateral
- Área de la mirilla posterior
- Área del bafle
- Revise el suministro de aire de combustión
- Revise los elementos de filtro
- el sistema de combustible
- Revise las bandas
- Revise los requerimientos de lubricación

12.5 Mantenimiento semestral

- Limpie la columna de agua
- Limpie la tubería de conexión entre la columna y la caldera
- No debe haber acumulación pesada
- Revise el tratamiento de agua
- Revise los precalentadores de combustóleo
- Limpie los estranguladores y filtros de la bomba de combustible
- Repare el refractario
- Garganta y forro
- Sin ladrillos sueltos
- Sellos entre la garganta y hogar
- Puerta trasera
- Secciones no sueltas
- Mampara hasta la unión en la parte inferior
- Recubra ligeramente
- Limpie el filtro de aire y el tanque aire/aceite
- Tela de acero
- Lodos en el fondo

- Revise el alineamiento del acoplamiento de la bomba
- Reinicie la combustión

12.6 Mantenimiento anual

- Limpie las superficies expuestas al fuego
- Cepille y esponja al vacío los tubos
- Limpie los espejos y el refractario
- La cantidad de hollín indica qué tan bien está funcionando el quemador
- Repare el refractario
- Las grietas de 1/8" y más pequeñas cerrarán cuando se calienten
- Busque secciones sueltas
- Revise las válvulas hidráulicas
- Pruebe con burbujas para el ajuste del asiento de la válvula
- Verifique que los actuadores abren y cierran apropiadamente
- Revise la mirilla
- Fugas
- Adelgazamiento del vidrio
- Alineamiento de las válvulas
- Tubular
- Reemplazar
- Limpiar los espacios
- Limpiar las superficies en contacto con el agua
- Limpiar los tanques de almacenamiento de combustible
- Limpiar las bombas de combustible
- Reacondicione las bombas de alimentación
- Desgaste en los anillos
- Sellos
- Empaques
- Cojinetes
- Eje y/o impulsor
- Revise los recipientes de condensado

- Drene
- Revise los recubrimientos por posibles daños
- Limpie los estranguladores de las bombas
- Revise la alimentación de químicos
- Limpie los tanques
- Reacondicione la bomba
- Inspeccione y limpie la tubería hacia los puntos de inyección
- Asegure las terminales eléctricas
- Todo debe estar sin energizar
- Revise los tableros, los controles y componentes
- Revise el deaerador o el sistema de alimentación
- Atomizador de agua
- Ensamble del cono colector y válvula atomizadora de vapor
- Revise los recubrimientos si los hay
- Limpie los estranguladores de las bombas
- Revise los acoplamientos mecánicos
- Lubrique
- Ajuste
- Reemplace partes desgastadas
- Registro del cuarto de calderas
- Nivel de agua
- Presión del vapor/temperatura del agua
- Presión de la bomba de alimentación
- Temperatura del agua de alimentación
- Temperatura del condensado
- Temperatura del gas escape
- Presión de gas
- Presión de combustible
- Temperatura del combustible
- Deaerador agua nivel

Normatividad aplicable al manejo de vinazas y bagazo

Q.F.B. Martín Muñoz Sánchez

Contenido

Introducción	485
1. Situación de la cadena productiva Agave-Tequila en materia ambiental.....	485
Panorama legal para la descarga de aguas residuales.....	485
NOM-001-SEMARNAT-1996.....	486
NOM-002- SEMARNAT -1996.....	488
NOM-003-SEMARNAT/1997.....	491
NOM-004-SEMARNAT/2002.....	492
2. Tratamiento de vinazas.....	495
3. Disposición de bagazo.....	497
4. Panorama mundial en torno a las acciones en materia ambiental.....	500
4.1 Industria tequilera ¿sustentable?	500
4.2 Mercados.....	500
5. Conclusiones y perspectivas.....	501
Bibliografía	502

Introducción

La problemática ambiental no es ajena a nuestro país, y menos a nuestro estado. Las acciones que se toman para resarcir el daño ecológico ocasionado al planeta son indispensables si queremos tener una mejor calidad de vida en ésta y en las próximas generaciones.

La cadena productiva Agave-Tequila se mantiene unida a esfuerzo mundial y, reconociendo el impacto que su actividad genera en el medio ambiente, ha desarrollado grandes esfuerzos para reducir sus efectos.

En este sentido, esta industria, en conjunto con instituciones de Gobierno, educativas y centros de investigación, ha emprendido diversas líneas de acción en pro de encontrar soluciones integrales, efectivas y económicamente viables a este problema.

La industria del Tequila realiza grandes inversiones en plantas de tratamiento específicas para la vinaza, con tecnologías europeas, basadas en el uso de birreactores adaptados a este tipo de efluente, ya que por su complejidad no pueden ser tratadas en una planta municipal; este esfuerzo ha dado como resultado que alrededor del 40% del total de las vinazas que se generan, ya son tratadas adecuadamente.

1. Situación de la cadena productiva Agave-Tequila en materia ambiental

Panorama legal para la descarga de aguas residuales

Las reformas de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establecen que deberán aplicarse, sin distinción, los instrumen-

tos de política ambiental previstos en las leyes locales en la materia, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realice en bienes y zonas de jurisdicción estatal. Lo anterior ha empezado a ser estrechamente observado para la industria Tequilera, a la cual se le hará exigible la evaluación de sus descargas de aguas a fin de que cumplan con la normatividad vigente, ya que aproximadamente, en promedio por cada litro de Tequila que se produce a 55% Alc. Vol. se generan entre 10-12L de vinaza y 1.5kg de bagazo en base húmeda.

NOM-001-SEMARNAT-1996

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 06 de enero de 1997.

Establece: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Objetivo y campo de aplicación: proteger la calidad del agua y posibilitar sus usos es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta NOM no aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.

Frecuencia de muestreo:

Frecuencia de muestreo			
Horas por día que opera El proceso generador de la descarga.	Número de Muestra simples	Intervalo entre toma de Muestras simples (horas)	
		Mínimo	Máximo
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Tabla de contaminantes básicos

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA CONTAMINANTES BÁSICOS																				
PARAMETROS (*) (miligramos por litro)	RIOS						EMBALSES NATURALES Y ARTIFICIALES				AGUAS COSTERAS						SUELO		HUMEDALES NATURALES	
	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Uso en riego agrícola (B)		Uso público urbano (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)		Uso en riego agrícola (A)		HUMEDALES NATURALES (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.5	0.1	0.1	0.2
Cianuro	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4	5	10	0.2	0.2
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20

Fechas de cumplimiento

DESCARGAS MUNICIPALES	
FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE :	RANGO DE POBLACION
1 de enero de 2000	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2005	de 20,000 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2010	de 2,501 a 20,000 habitantes

DESCARGAS NO MUNICIPALES

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	CARGA CONTAMINANTE	
	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (toneladas/día)	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (toneladas/día)
1 de enero 2000	mayor de 3.0 t/d	mayor de 3.0 t/d
1 de enero 2005	de 1.2 a 3.0 t/d	de 1.2 a 3.0 t/d
1 de enero 2010	menor de 1.2 t/d	menor de 1.2 t/d

Observancia de la NOM: La vigilancia del cumplimiento de la NOM corresponde a la SEMARNAT, por conducto de la Comisión Nacional del Agua, las violaciones a la misma se sancionarán en términos de la legislación ambiental aplicable.

NOM-002- SEMARNAT -1996

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de junio de 1998.

Establece: Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.

Objetivo y campo de aplicación: prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

Esta NOM no aplica a las descargas de aguas residuales domésticas, pluviales, ni las generadas por la industria que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

Frecuencia de muestreo: igual a la NOM-001-SEMARNAT/1996

Tabla de límites máximos permisibles

PARAMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique otra)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES		
	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
Grasas y aceites	50	75	100
Sólidos sedimentables (mililitros por litro)	5	7.5	10
Arsénico total	0.5	0.75	1
Cadmio total	0.5	0.75	1
Cianuro total	1	1.5	2
Cobre total	10	15	20
Cromo Hexavalente	0.5	0.75	1
Mercurio total	0.01	0.015	0.02
Níquel total	4	6	8
Plomo total	1	1.5	2
Zinc total	6	9	12

Potencial de hidrógeno entre 5.5 y 10 unidades de pH en muestras instantáneas.

Temperatura no mayor a 40 °C en muestras instantáneas, mayor mediante estudio en alcantarillado.

Materia flotante ausente.

DBO y SST conforme a Tabla de NOM-001-SEMARNAT/1996.

Consideraciones importantes:

Punto 4.7.- El responsable de la descarga que no cumpla con lo establecido podrá optar por remover la materia orgánica mediante el tratamiento conjunto en la planta de tratamiento municipal, para lo cual deberá:

Presentar a la autoridad competente un estudio de viabilidad que asegure que no se generará un perjuicio al sistema de alcantarillado.

Sufragar los costos de inversión, cuando así se requiera, así como los de operación y mantenimiento que le correspondan de acuerdo con su caudal y carga contaminante de conformidad con los ordenamientos jurídicos locales.

Punto 4.8.- No se deben descargar o depositar en el sistema de alcantarillado materiales o residuos considerados peligrosos, conforme a la regulación vigente en la materia (NOM-052-ECOL-1993).

Punto 4.9.- La autoridad competente podrá fijar condiciones particulares de descarga (CPD) a los responsables de las descargas a los sistemas de alcantarillado, de forma individual o colectiva, estableciendo lo siguiente: Nuevos límites máximos permisibles de descarga de contaminantes.

Límites máximos permisibles para parámetros adicionales no contemplados en esta NOM.

Fechas de cumplimiento:

FECHA DE CUMPLIMIENTO A PARTIR DE:	RANGO DE POBLACION
1 de enero de 1999	mayor de 50,000 habitantes
1 de enero de 2004	de 20,001 a 50,000 habitantes
1 de enero de 2009	de 2,501 a 20,000 habitantes

Observancia de la NOM: La vigilancia del cumplimiento de la NOM corresponde a los gobiernos estatales y municipales en el ámbito de sus respectivas competencias, cuyo personal realizará los trabajos de verificación, inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en términos de la legislación ambiental aplicable.

NOM-003-SEMARNAT/1997

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1998.

Establece: Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Objetivo y campo de aplicación: proteger el medio ambiente y la salud de la población es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reuso.

En caso que el servicio se realice por terceros, éstos serán los responsables, desde la producción del agua tratada, hasta su reuso y entrega, incluyendo la conducción o transporte de la misma.

Frecuencia de muestreo: según la norma mexicana NMX-AA-003 para coliformes fecales, materia flotante, DBO, SST, y grasas y aceites, al menos 4 muestras simples tomadas en días representativos mensualmente.

Para huevos de helmintos, al menos 2 muestras compuestas tomadas en días representativos mensualmente.

Para metales pesados y cianuros, al menos 2 muestras simples tomadas en días representativos anualmente.

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES

TIPOS DE RE-USO	PROMEDIO MENSUAL				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y aceites m/l	DBO ₅ mg/l	SST/mg/l
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PUBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

Observancia de la NOM: La vigilancia del cumplimiento de la NOM corresponde a la SEMARNAT, a través de la Comisión Nacional del Agua y a la Secretaría de Salud, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia que sean necesarios. Las violaciones a la misma se sancionarán en términos de la legislación ambiental aplicable, además de la Ley General de Salud.

Consideraciones importantes:

Punto 3.11.- Servicios al público con contacto directo.

El destinado a actividades donde el público usuario esté expuesto directamente o en contacto físico; llenado de lagos y canales artificiales recreativos con paseos en lancha, remo, canotaje y esquí; fuentes de ornato, lavado de vehículos, riego de parques y jardines.

Punto 3.12.- Servicios al público con contacto indirecto u ocasional.

El destinado a actividades donde el público en general esté expuesto indirectamente o en contacto físico incidental; riego de jardines y camellones en autopistas, camellones en avenidas, fuentes de ornato, campos de golf, sistemas de hidrantes contra incendio, lagos artificiales no recreativos, barreras hidráulicas de seguridad y panteones.

Punto 3.13.- El agua residual tratada no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna correspondiente a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la tabla 3 de la NOM-001-SE- MAR- NAT/1996.

NOM-004-SEMARNAT/2002

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de agosto de 2003.

Establece: Para los lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Objetivo: establece las especificaciones y límites máximos permisibles de

contaminantes en los lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana.

Campo de aplicación: es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que generen lodos y biosólidos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Especificaciones:

Las personas interesadas en aprovechar o disponer finalmente lodos y biosólidos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en esta NOM.

- Constancia de no peligrosidad (trámite SEMARNAT-07-007)
- Controlar atracción de vectores
- Clasificación en tipos, según contenido de metales pesados
- Clasificación en clases, según contenido de patógenos y parásitos
- Aprovechamiento, según tipo y clase y su contenido de humedad hasta 85%

La aplicación de biosólidos en terrenos con fines agrícolas y mejoramiento de suelos se sujetará a la Ley Federal de Sanidad Vegetal y conforme a la normatividad vigente en la materia.

Los lodos y biosólidos deberán disponerse en los sitios que indique la autoridad competente, conforme a la normatividad vigente en la materia.

Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos.

CONTAMINANTE (determinados en forma total)	EXCELENTES mg/Kg en base seca	BUENOS mg/Kg en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Niquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos.

CLASE	INDICADOR BACTERIOLOGICO DE CONTAMINACION	PA TOGENOS	PA RA SITOS
	Coliformes Fecales	Salmonella spp.	Huevos de helmintos/g
	NMP/g en base seca	NMP/g en base seca	en base seca
A	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 1(a)
B	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 10
C	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

(a): Huevos de helmintos viables
NMP: número más probable

Aprovechamiento de biosólidos.

TIPO	CLASE	A PROVECHAMIENTO
EXCELENTE	A	Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación. Los establecidos para clase B y C
EXCELENTE O BUENO	B	Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación. Los establecidos para clase C
EXCELENTE O BUENO	C	Usos forestales Mejoramiento de suelos Usos agrícolas

Frecuencias de muestreo y análisis para lodos y biosólidos.

Volumen generado por año (Ton/Año) en base seca	Frecuencia de muestreo y análisis	Parámetros a determinar
Hasta 1,500	Una vez al año	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos
Mayor de 1,500 hasta 15,000	Una vez por semestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos
Mayor de 15,000	Una vez por trimestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos

Anexos

- 1.- Opciones para la reducción de vectores
- Reducción del contenido de sólidos volátiles
- Digestión adicional de los biosólidos digeridos anaeróbicamente
- Digestión adicional de los biosólidos digeridos aeróbicamente
- Procesos aerobios a más de 40 °C
- Adición de materia alcalina
- Reducción de humedad en biosólidos que no contienen sólidos sin estabilizar
- Tasa específica de absorción de oxígeno (TEAO) para biosólidos digeridos aeróbicamente
- Incorporación de biosólidos al suelo

2. Tratamiento de vinazas

¿Qué son las vinazas?

Es el residuo líquido que queda después de la destilación del mosto de la fermentación del etanol.

Es de fuerte acidez, que contiene sales, rico en materia orgánica, potasio y pobre en nitrógeno y fósforo, por lo que también ayuda a mejorar los suelos.

¿Cuál o cuáles son las problemáticas de las vinazas?

El principal problema de las vinazas es el elevado volumen que se genera, ya que por cada litro de alcohol que se produce, se generan aproximadamente 10 litros de vinaza, aunado a esto, su compleja composición hace que su tratamiento sea difícil y costoso, ya que, entre otras cosas, presenta fuerte acidez, temperatura elevada, una elevada carga orgánica, concentraciones importantes de potasio magnesio y calcio, compuestos volátiles, ácidos orgánicos y mercaptanos.

En este momento, cerca del 45% del total de las descargas de la industria ya son tratadas gracias al compromiso de esta industria y a esfuerzos económicos importantes de las empresas.

30% tienen implementado algún sistema de pretratamiento.

25% no cuentan con sistemas de tratamiento.

Componentes promedio de las vinazas tequileras.

PARAMETRO	VALOR PROMEDIO
Temperatura (°C)	80 – 90
PH	3 – 4
DBO (g/l)	20 – 60
DQO (g/l)	40 – 120
Sólidos totales (g/l)	30 – 40
Grasas y aceites (mg/l)	5 – 10
Ácidos orgánicos (g/l)	15 – 20
N total (mg/l)	350 – 550
Sulfatos (g/l)	100 – 300
Otros componentes: ácidos, ésteres, sustancias no volátiles, alcoholes superiores, azúcares residuales.	

2.3 Compilación de informes CRT

En los últimos cinco años, la industria reporta un avance significativo del sector tequilero en su agenda de compromisos y acciones orientadas a la

responsabilidad ambiental, sin embargo, aún hay mucho trabajo por hacer.

3. Disposición de bagazo

El crecimiento sostenido de la industria tequilera en los últimos años, además de significar un desarrollo económico y social para las regiones productoras, genera también un impacto ambiental en materia de residuos, siendo el bagazo de agave uno de ellos.

Este desecho es la fibra residual que queda después de cocer, moler y extraer los jugos fermentables del agave.

Se considera que cerca del 40% del total del peso del agave consumido por la industria corresponde a bagazo residual, por lo que se generan importantes volúmenes, convirtiéndose en un problema económico y ambiental.

3.1 Aprovechamiento de residuos generados: (bagazo de agave y pencas)

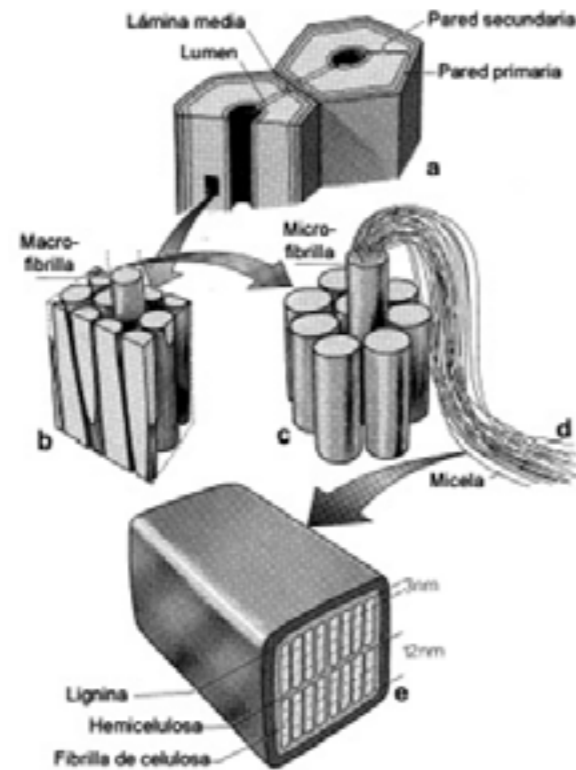
Usos más comunes: relleno de muebles y colchones, elaboración de ladrillos, quema y desecho (esto impacta atmósfera y suelo) y compostaje, deslignificación (\$\$), elaboración de papel (mala calidad), alimento para rumiantes.

Pencas: Se desechan en el mismo predio, al cual se reincorporan durante la preparación del terreno para un nuevo ciclo de cultivo. Hasta el momento no tienen uso.

Las fibras de agave están compuestas principalmente de:

Celulosa (42%), hemicelulosa (12%) y lignina (7.2%), nitrógeno total 3%, pectina 1%, azúcares residuales 10% y otras sustancias 9% con un pH de 5.4 y una humedad promedio de 71%.

Esta estructura les confiere recalcitrancia.



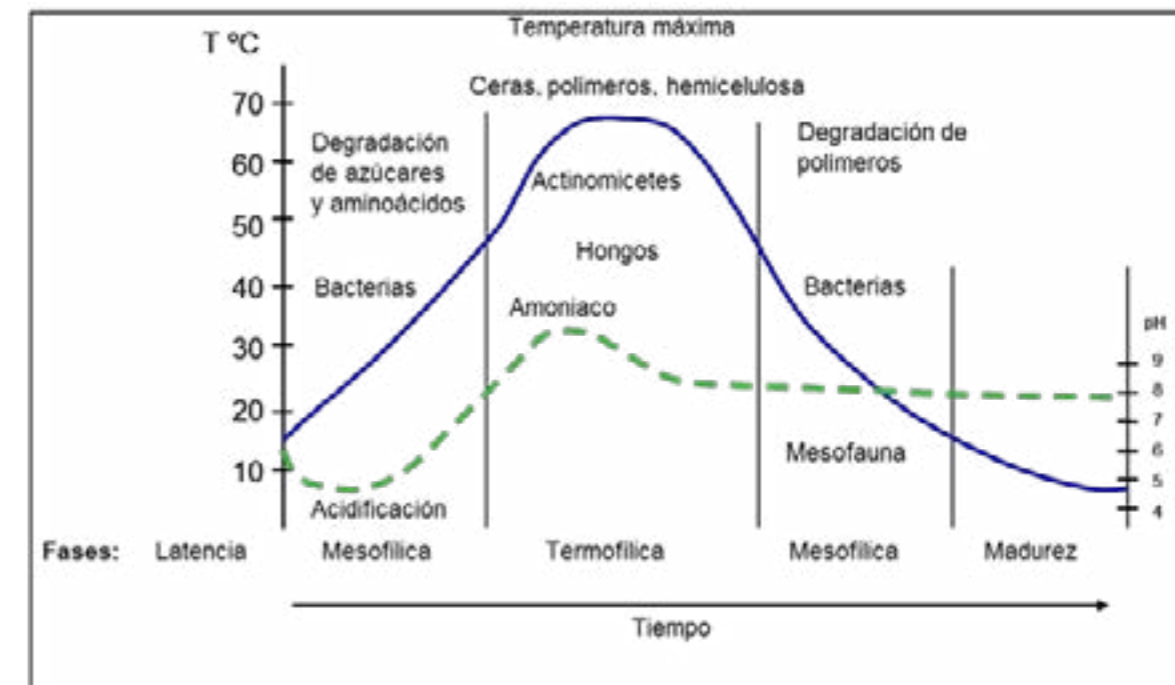
Representación esquemática de la pared celular vegetal (2006, CIATEJ, A.C)

Composteo

El composteo es el proceso de degradación natural de cualquier compuesto o material de origen orgánico, realizado bajo condiciones controladas de humedad, temperatura, nutrición y aireación, dando por resultado un abono orgánico rico en sustancias húmicas y útil para muchos usos suelo-planta. Es igual al que ocurre de forma natural en los bosques y selvas, sólo que en menor tiempo. El proceso de composteo de este subproducto agroindustrial (bagazo) también es un proceso y producto que de ninguna manera es tóxico ni riesgoso para el medio ambiente ni para el personal que lo produce y/o aplica.



Etapas del proceso de composteo, degradación aerobia.



4. Panorama mundial en torno a las acciones en materia ambiental

4.1 Industria tequilera ¿sustentable?

Debemos ser conscientes de todo lo que implica este concepto, el cual sólo puede ser alcanzado con el balance de 3 factores:

- Responsabilidad ambiental
- Responsabilidad social
- Desarrollo económico

4.2 Mercados

Hoy en día los mercados manifiestan comportamientos que favorecen a productos que son ambiental o socialmente responsables durante su transformación, permitiendo además que éstos tengan un sobreprecio que el consumidor está dispuesto a pagar, contribuyendo a consolidar este nuevo esquema de mercado para estos productos. Como ejemplo podemos nombrar a los “productos verdes”, orgánicos, los que manifiestan su huella de carbono, su huella de agua, las “eco-etiquetas” etc. La industria tequilera no puede ni debe mantenerse ajena a esta dinámica para seguir compitiendo en los mercados internacionales.



Ecolabel
Unión europea



Cisne blanco
Países escandinavos



Angel azul
Alemania



Distintivo de garantía de
calidad ambiental
Cataluña



AENOR
Española



Certificación Forestal
Industria madera, propietarios
Forestales, grupos indígenas y ONG's

5. Conclusiones y perspectivas

El 70% de la industria tequilera está conformado por micro y pequeñas empresas que no tienen la capacidad económica para instalar estos sistemas de tratamiento, por lo que se evalúan las mejores alternativas que permitan contar con un abanico de paquetes tecnológicos con distintos alcances y beneficios para el sector, con alternativas confiables y eficaces para resolver el problema de las descargas y tratamiento de vinazas.

De esta forma se pretende que hasta el 90% de las vinazas que se generan sean tratadas de acuerdo al “Convenio marco de colaboración para el desarrollo ambiental en la Industria Tequilera” que el CRT firmó con la Comisión Estatal del Agua, a fin de encontrar, de manera conjunta, soluciones a corto y mediano plazo al problema de las vinazas.

Otra línea de acción son las campañas de concientización acerca de la preservación del medio ambiente y la trascendencia del desarrollo sustentable dentro de la industria del Tequila con actividades como:

El Diplomado de Formación de Técnicos Tequileros que se impartió a las autoridades ambientales.

Espacios en el boletín informativo que se publica mensualmente en el Consejo Regulador del Tequila para toda la cadena productiva agave Tequila.

Así como el trabajo conjunto de la industria y el gobierno, a raíz de la firma de los diversos convenios con iniciativas e inversiones individuales para dar solución a mediano plazo al problema de las aguas residuales industriales y transformarla en sustentable y amigable con el medio ambiente.

El Consejo Regulador del Tequila nació en 1994 y desde entonces ha trabajado en conjunto con los diversos niveles de gobierno, federal, estatal y municipal para atender las áreas de oportunidad de la cadena productiva Agave-Tequila, desde las plantaciones de agave hasta el envasado. La protección de la Primera Denominación de Origen en México, la del TEQUILA, y en un contexto de grandes retos para el país, sigue generando inversiones y empleos en el estado de Jalisco, en un marco de desarrollo económico sano, responsabilidad social y ambiental.

Bibliografía

CIATEJ, (Fabig y col.,1980; Garraway & Ramírez, 1982; Fedorak & Hruday, 1984, Sierra-Alvarez & Letinga, 1990; Britzy col., 1992).

Distillery Vinasse /DDGS Boiler and Reverse osmosis PRAJ INDUSTRIES LTD. PUNE, INDIA, Congress agroindustria Tequilera Sustainable, abril 2008.

CASA HERRADURA
TEQUILA SAUZA

Problemática y manejo de la vinaza Tequilera

M. en C. Pedro Enrique Farfán Trejo¹

1. Ingeniero químico industrial/maestro en control de la contaminación ambiental. Director general de “Proyectos Ecológicos Renovables Jaliscienses para la Industria Limpia (PEREJIL) S. A. de C. V. e-mail: pefarfan@perejil.com.mx

Contenido

Resumen	505
1. Descripción de la problemática	505
Características y generación de vinazas	506
Disposición actual de las vinazas	507
Variabilidad en las características de las vinazas de Tequila	507
Volumen de generación de vinazas y sustentabilidad	509
2. Manejo y disposición sustentable de vinazas	510
Tratamiento como agua residual	511
Otras opciones ambientalmente aceptables	515
Conclusiones	522
Perspectivas	522
Bibliografía	523

Resumen

En este documento se menciona la importancia económica de la industria tequilera en las regiones donde se encuentra establecida, y describe los problemas ambientales ocasionados por la incorrecta disposición de las vinazas generadas durante la fabricación de Tequila; hace hincapié en las características de las vinazas y la variabilidad que presentan en los parámetros contaminantes.

Si se considera a la vinaza sólo como un agua residual, se pueden emplear procesos de tratamiento físicos, químicos, físico-químicos y biológicos, pero debe contemplarse la complejidad de este residuo y buscar diseñar sistemas que sean factibles técnica, ambiental y financieramente, por lo que debemos buscar una óptima aplicación de recursos y recuperación de materiales valiosos de los subproductos de dichos procesos.

Otra tendencia que está tomando gran relevancia es considerar a las vinazas como un subproducto, no un desecho, del que podemos obtener materiales de utilidad para la actividad agrícola, pecuaria, química y para generación energética.

1. Descripción de la problemática

El objeto del presente trabajo está relacionado con el manejo y disposición de las vinazas, entendidas, genéricamente, como el producto final del proceso de fermentación biológica y destilación para la obtención del alcohol etílico. En este caso particular, la vinaza proviene de la fabricación de la bebida conocida como **Tequila**, que emplea *Agave Tequilana Weber, variedad azul* como materia prima.

En varios estados de la República Mexicana, pero principalmente en Jalisco, la producción de esta bebida es una importante actividad económica y representa una parte considerable de la fuente de ingresos para la región y sus habitantes; podemos decir que el Tequila, como un bien de capital (Lamas-Robles R. 2004) aporta recursos significativos a las finanzas municipales, estatales y federales, adicionalmente a los valores culturales y de identidad que esta bebida representa.

Características y generación de vinazas

La vinaza es un líquido café, de aroma agradable cuando ha sido generado recientemente, con un contenido de sustancias de lo que se hablará en el siguiente capítulo. Las vinazas son el residuo en los alambiques o en el fondo de las columnas de rectificación durante la destilación del mosto y es liberada al medio ambiente, en la mayoría de los casos, a altas temperaturas (por arriba de los 80 oC) y con un pH inferior a 4.5.

Estas características provocan que la generación y principalmente las prácticas generalizadas de la disposición de las vinazas se consideren indeseables desde el punto de vista de la conservación ambiental, ya que provocan efectos altamente nocivos a los ecosistemas (acuático o terrestre) por la gran cantidad de sustancias presentes en ellas.

Este residuo, altamente corrosivo y contaminante de las fuentes de agua, presenta en su composición química altos contenidos de materia orgánica, potasio y calcio, así como cantidades moderadas de nitrógeno y fósforo (Orlando F.J.1984), adicionalmente trazas de metales pesados.

En lo que se refiere al volumen producido, existen diferentes estimaciones, pero podemos considerar válidas tanto aquella que nos dice que por cada litro de alcohol obtenido a partir de mosto, se generan alrededor de trece litros de vinaza (Gloria N. A. 1984), como la que refiere que se generan de 7 a 10 litros de vinaza por cada litro de Tequila (Linerio-Gil J. E. y col. 2004)

Adicionalmente podemos decir que cada 1-2 litros de vinaza equivalen a la descarga sanitaria aproximada de una persona/día (Goncalves C.A. y col. 2000).

Disposición actual de las vinazas

Durante muchos años, y mientras no se le dio suficiente importancia a la afectación ambiental, las vinazas se descargaron a redes de drenaje, embalses naturales, barrancos y donde había disponibilidad para ello. Afortunadamente, la generación y aplicación de normatividad para el control de la liberación de sustancias al medio ambiente, ha llevado a la búsqueda de soluciones a la problemática resultante de la disposición de las vinazas dentro del esquema de sustentabilidad.

El tema del manejo y disposición de las vinazas del Tequila ha sido tratado ampliamente durante los últimos años. Podemos decir que, tanto a nivel gubernamental como en instituciones educativas y empresas privadas, se hacen grandes esfuerzos para encontrar soluciones definitivas aplicables. Se ha llevado a cabo una gran cantidad de investigaciones y estudios tendientes a resolver satisfactoriamente las cuestiones surgidas de esta situación.

Sin embargo, en muchos de los casos, o no se han realizado con el rigor científico necesario, o no han sido documentadas y/o publicadas, dando como resultado que no está disponible hasta la fecha, un método de amplia aplicación y que sea técnica, ecológica y financieramente factible (Farfán-Trejo P.E.2004).

Variabilidad en las características de las vinazas de Tequila

Un problema sumamente importante que ha impedido normalizar cualquier esquema para el manejo y disposición eficiente de las vinazas del Tequila, es la variabilidad que presenta la composición física y química de este material (Tablas 1 y 2a) y que se origina desde las características edafológicas del sitio de siembra, la especie específica de agave empleado, las prácticas de cultivo y edad de cosecha del agave (madurez), hasta los sistemas de destilación que se emplearán para la recuperación del alcohol etílico, pasando por las diferentes operaciones y procesos tales como extracción, hidrólisis y fermentación, etc.

Tabla 1. Comparación de algunos resultados analíticos de vinazas

Parámetro	Unidades	(1)	(2)	(3)
Color	Escala Co-Pt	> 500	> 500	> 500
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm ²	19.5	10.35	7.32
Fósforo total	mg/l	80	50	49.2
Grasas y aceites	mg/l	352	356	106
Materia flotante		Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno orgánico	mg/l	96	97.5	64
Nitrógeno de nitratos	mg/l	535	545	320
pH	UpH	3.6	4.2	4.1
Sólidos totales	mg/l	95 265	72 394	43 626
DBO ₅	mg/l	44 500	27 825	24 430
DQO	mg/l	243 600	96 500	34 750

Fuentes:

- (1) Laboratorio de Análisis Industriales CIDI-UAG.1999
 - (2) Laboratorio Analítico PRESA.1992
 - (3) El laboratorio que nos proporcionó la información solicitó no incluir su nombre. 2001
- Tomado de Farfán-Trejo P.E.2006

Tabla 2a. Análisis estadístico de las vinazas líquidas

PARÁMETROS	DATOS ESTADÍSTICOS							
	n	Promedio	Mediana	Varianza	Dev. Est.	Min.	Max.	Coef. de var. (%)
DBO	18	21973.1	24502.5	9.64E+07	9819.38	8940	44500	44.6881
DQO	12	14701.6	16249.9	3.03E+09	55014.2	34150	243000	73.6453
O & A	14	19.1971	16.6	295.092	17.1782	0.2	50	89.4833
Mat. Flotante ¹⁾	13	Ausencia						
N Total	16	624.249	600.5	51688.33	227.351	243	1131.7	36.4199
P Total	10	51.76	50	406.78	20.1688	20.6	80	38.966
pH	16	3.7625	3.75	0.124113	0.352297	3.2	4.3	9.36338
Conductividad	7	1710	1950	344339	586.804	732	2300	34.3103
Calcio	3	307.6	300	2005.81	44.7863	267.1	355.7	14.5599
Potasio	3	295	290	2275	47.697	250	345	16.1885
Magnesio	3	205.997	213.3	537.623	23.1867	180	224.6	11.2575
Hierro	3	45.4333	35.2	817.543	28.9403	23	78.1	63.6985
Cobre	13	1.57108	0.54	3.52099	1.87619	0.364	6.91	119.421
Zinc	12	3.91175	1.855	14.9524	3.86654	0.001	9.48	98.8519
Molibdeno ²⁾	9	< 1.0						
Níquel ³⁾	9	< 0.2						
Cianuros ⁴⁾	9	< 0.07						
Plomo ⁵⁾	9	< 0.05						
Cromo ⁶⁾	9	< 0.2						
Arsénico ⁷⁾	9	< 0.01						
Cadmio ⁸⁾	9	< 0.05						
SST	14	3929.57	3050	8.97E+06	2995.44	966	10800	76.2282
SDT	13	23712.8	22904	3.32E+07	5761.05	16560	40574	24.2951
SSV	12	3096.25	2125	4.98E+06	2232.14	925	7350	72.0919
SDV	9	22901.6	21241	3.77E+07	6142.3	1725	38329	26.8205
ST	18	36202.9	29288	3.65E+08	19113.5	20340	95265	52.7956
SSF	9	188.778	100	19957.7	141.272	33	416	74.8349
SDF	9	2266.44	2124	895834	946.485	650	3936	41.7808

Tomado de Farfán-Trejo P. E. 2006

Volumen de generación de vinazas y sustentabilidad

Sin lugar a dudas, el sector ha presentado un aumento espectacular en cuanto a los volúmenes de Tequila producidos y comercializados, con los evidentes beneficios para los participantes en la cadena productiva y también las correspondientes afectaciones ambientales, y aunque existe la tendencia de descenso en la tasa de crecimiento de los mercados consumidores, aún se tienen valores positivos para este indicador. Así por ejemplo, y de acuerdo con datos disponibles y públicos (Consejo Regulador del Tequila 2014), la producción total de esta bebida ascendió a los

261.1 millones de litros para el año 2011; 253.2 para el 2012; mientras que durante el año 2013 se elaboraron 226.5 millones de litros de Tequila. Considerando el dato correspondiente al año 2013 y empleando un factor conservador, podemos inferir que en ese período se generaron más de dos millones de toneladas de vinazas; en término de DBO5, y considerando valores típicos, podemos estimar que la carga orgánica liberada al medio ambiente por esta actividad equivale a la que descarga una población de alrededor de 5 millones de habitantes durante un año. Estas cifras nos dan la medida del problema al que nos enfrentamos, por lo que se deben tomar acciones urgentes y eficaces. Del mismo modo, representa una valiosa oportunidad de aprovechamiento de recursos, actualmente desperdiciados.

2. Manejo y disposición sustentable de vinazas

El incremento y mejora de los sistemas de producción no ha impulsado de manera definitiva la solución integral del manejo sustentable de los residuos de la cadena productiva del Tequila. Como se mencionó previamente, el manejo y disposición de las vinazas es un tema que está lejos de resolverse por completo. En muchos de los casos este material sigue siendo desechado a los sitios disponibles sin tratamiento alguno y, generalmente, de manera subrepticia.

Como es previsible, existe una marcada alteración ambiental en los lugares donde se realizan las descargas, y los efectos nocivos en cuerpos superficiales y depósitos subterráneos de agua, así como en amplias superficies de suelo son notorios y se encuentran ampliamente documentados. Todo ello sin contar con los daños ocasionados a la infraestructura de distribución y almacenamiento para riego, como lo son los embalses y canales artificiales y a los sistemas de alcantarillado urbano.

De manera breve se mencionarán algunas de las prácticas actuales que pre-

tenden realizar el manejo y disposición de las vinazas dentro de un esquema ambientalmente sano.

Tratamiento como agua residual

Como se comentó con anterioridad, en el pasado se consideraba a la vinaza sólo como un desecho líquido de proceso y se le manejaba como tal. Hasta la fecha, y en muchos casos, se sigue intentando tratarla de manera similar a como se hace con aguas residuales que no presentan una composición tan compleja.

Desde hace muchos años se han diseñados sistemas, simples o complejos, para mejorar las características de las vinazas previamente a la descarga. En los párrafos siguientes se menciona, de manera muy general, algunas operaciones y procesos que, con algunas modificaciones, se han tratado de implementar para responder a los requerimientos normativos aplicables a las aguas residuales y que corresponden a las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 (DOF, 01/06/1997) y NOM-002-SEMARNAT-1996 (DOF, 03/06/1998)

A menos que exista un aprovechamiento de los subproductos de los procesos (por ejemplo, biogás), en la mayoría de los casos los intentos no han tenido resultados muy satisfactorios, ya que los sistemas propuestos requieren de un alto consumo de recursos, como pueden ser energía o terreno, adicionalmente a que dichos sistemas han mostrado una eficiencia muy baja o costos completamente fuera de las posibilidades financieras de la mayoría de las empresas.

a) *Lagunas de oxidación.* En empresas que cuentan con disponibilidad de terreno ha sido una práctica bastante común realizar excavaciones superficiales para descargar en ellas las vinazas del proceso. La mayoría de las existentes no contemplaron la instalación de barreras (p. ej. geomembranas) para evitar la percolación, y se han convertido en un peligro potencial de contaminación para aguas subterráneas, además de que en poco tiempo estas lagunas se encuentran azolvadas y pierden su posible capacidad depura-

dora. De cualquier modo, se requiere de tiempos de retención muy grandes (mayor a 100 días) para obtener un buen grado de remoción para la DBO₅ y, para cumplir con el límite de este parámetro, se tendría que recurrir a una segunda etapa de tratamiento biológico.

b) Procesos físicos. Básicamente se refiere a procesos de separación sólido-líquido, empleando procesos de filtración, que pueden ser mediante centrífugas de canasta con textil como media o a través de procesos de membrana. En este grupo se incluye el empleo de centrífugas “decantadoras”. Otra operación se refiere la flotación por aire disuelto (DAF, por sus siglas en inglés) Como una variación a esta operación se está probando, con resultados alentadores, el empleo de la flotación por aire inducido con una clara ventaja de esta segunda tecnología en lo que respecta a inversión y costo energético.

Conviene aclarar que para obtener buenos resultados para estas operaciones de separación, deben ser acompañadas por coagulación-floculación previa. Aunque recuperamos sólidos que pueden aprovecharse en alimentación animal o para composteo, la reducción de la DBO soluble es muy baja. Dentro de este grupo, podemos también considerar a la evaporación y a la destilación, aunque el costo energético de estas operaciones es muy elevado y, en el caso de la primera, los vapores y sus condensados tienen una cantidad significativa de materia orgánica, lo que nos ocasiona una transferencia de contaminación.

c) Procesos físico-químicos. Se refiere a operaciones secuenciales que incluyen desde ajuste de pH, que pueden estar seguidos por coagulación-floculación (Goncalves C.A. y col.2000), procesos de oxidación Fenton (Beltrán de Heredia, J. y cols.2005) o de algún otro tipo. En muchos lugares se emplea este tipo de sistema que, cuando son el único tratamiento, tienen eficiencias de remoción bajas para la materia orgánica, además de que implica un riesgo adicional el manejo de sustancias químicas, independientemente de que el costo de este tipo de tratamientos es muy elevado y requiere mano de obra calificada.

d) Procesos biológicos aerobios. Son unidades de proceso que se emplean ampliamente para el tratamiento de aguas residuales y en las que la materia orgánica (como DBO₅ y algunas especies del nitrógeno total) se transforma, mediante la acción bacteriana y empleando oxígeno disuelto (molecular) y a través de metabolismos celular y energético, en bióxido de carbono y masa celular. Se les conoce también como sistemas aerobios de microorganismos en suspensión y el más empleado es el denominado de “lodos activados” en sus diferentes variantes.

Son relativamente sencillos y perfectamente conocidos sus mecanismos de acción, por lo que el cálculo de los componentes y parámetros operativos de estos sistemas puede ser desarrollado por cualquier profesional especializado en esta área del conocimiento. Sin embargo, su buen desempeño está restringido a efluentes de baja o media carga orgánica, lo cual no es nuestro caso. Por otro lado, representa unos muy altos costos de operación por ser un proceso altamente intensivo en consumo de energía, adicionalmente a que su operación provoca una alta generación de masa celular que comúnmente se conoce como “lodos biológicos”, que deben retirarse de los reactores, estabilizarse y disponerse adecuadamente.

e) Procesos biológicos anaerobios. Son sistemas usados para el tratamiento de aguas residuales de alta concentración de materia orgánica (como DQO) en el que el carbón relacionado a ella se transforma por acción de grupos bacterianos específicos y, en ausencia de oxígeno disuelto (molecular), en bióxido de carbono, masa celular y, mayoritariamente, gas metano.

Aunque existen diferentes tipos de reactores anaerobios, el más recomendable para esta aplicación es el llamado “reactor anaeróbico de flujo ascendente con manto de lodos” (UASB, por sus siglas en inglés), con el que se han tenido experiencias exitosas en el tratamiento de aguas residuales para destiladoras de alcohol y otros giros industriales como el de papel, alimentos, rastros, ingenios azucareros, etc.

Su principal ventaja es que consume muy poca energía eléctrica en su operación (comparado con los reactores aerobios) y por el contrario, el principal producto de la degradación anaerobio, que es el metano (componente

del biogás) tiene un alto potencial de aprovechamiento para generación energética.

Otras ventajas adicionales es su simplicidad de construcción y alta eficiencia (soporta altas cargas orgánicas) lo que nos lleva a reactores de bajo volumen y menores requerimientos de terreno, además de que no cuenta con partes móviles, por lo que su mantenimiento es de bajo costo, al igual que su operación y la inversión inicial requerida. Por otro lado, el metabolismo anaerobio nos da como resultado una baja producción de lodos residuales que presentan un alto grado de estabilización, lo que facilita su disposición y aprovechamiento como mejorador de suelos. En contraparte, las dificultades inherentes a este sistema es que se requiere de un especialista para el diseño del reactor, ya que las características hidráulicas y de materiales de construcción exigen un amplio conocimiento del tema. También se espera que su arranque y estabilización sea lento (alrededor de 6 meses) y, durante el período requerido para tal fin, es necesario un seguimiento y orientación técnica especializada, pudiendo presentarse malos olores y alta generación de espuma en dicho lapso.

f) *Procesos combinados*. Están compuestos por operaciones físico-químicas, físicas, químicas, e incluyen al menos dos etapas de tratamiento biológico. En diferentes instalaciones industriales se emplea este tipo de sistemas, y su eficiencia depende de la calidad del diseño, construcción y operación. Una cantidad importante de firmas especialistas en tratamiento de aguas residuales ofrecen procesos completos para la depuración de los residuos de la industria de destilación de productos alcohólicos, entre las que podemos mencionar a *Biothane*, *Ecovation* y *Paques* (internacionales) y *Perejil* (nacional). En la mayoría de los sistemas propuestos se incluyen dos o más pasos de tratamiento biológico, estando presente en todos los casos la degradación anaerobia (UASB, IC o EGSB).

Se encuentra en construcción e instalación un sistema de manejo de vinazas en una empresa fabricante de Tequila para obtener descargas al medio ambiente que cumplan con los requerimientos normativos y que recupere materiales valiosos a través del proceso. Las etapas contempladas en el proyec-

to son: (1) ajuste de pH en línea cerca de la zona de descarga de alambique y columnas, (2) cribado y desarenación, (3) intercambio de calor (enfriamiento) en tanque de alimentación a reactor anaerobio, (4) sedimentación primaria con envío de sólidos a compostaje y regulación de flujo, (5) coagulación-floculación en línea, (6) flotación por aire inducido, con retiro de natas y sólidos suspendidos, (7) reactor anaerobio (2 pasos), con potencial aprovechamiento de biogás, (8) reactor aerobio de lodos activados, y (9) oxidación química (de requerirse).

Otras opciones ambientalmente aceptables

a) *Aplicaciones agrícolas. Ferti-irrigación*. Adicionalmente a la cantidad de agua presente en la vinaza (mayor a 95 %) potencialmente aprovechable en riego, las sustancias presentes en este residuo tienen un valor reconocido como fertilizante.

A través de algunos trabajos de investigación se ha encontrado que dichos materiales pueden servir en la producción agrícola que va desde la aplicación directa al suelo (irrigación) hasta la recuperación de sustancias útiles para este fin. Podemos ejemplificar este tipo de operaciones, mencionando el manejo de algunos residuos líquidos (descarga de actividades agrícolas o industriales) que contienen altas concentraciones de sólidos disueltos (SDT) y que se mezclan con ácidos fuertes (sulfúrico, fosfórico o nítrico) o con bases fuertes (hidróxidos de sodio, potasio o amonio) para obtener sales estables. Las vinazas pueden usarse como corrector de suelos salinos y salino-sódicos, al intercambiar el Na^+ por Ca^+ y Mg^+ y, de hecho, bajo condiciones racionales de manejo y con el soporte de estudios específicos para cada caso particular, pueden sustituir parcial o totalmente la fertilización mineral.

Se han realizado diversos trabajos, especialmente en Brasil, que tomando en consideración las características de la vinaza, revelan una alta posibilidad de empleo de este material en riego de terrenos agrícolas.

La principal aplicación estudiada es en terrenos sembrados con caña de azúcar (Gómez-Toro J.M.1996), evidenciándose con ello que una de sus grandes ventajas es que pueden sustituir parcial o totalmente la fertilización convencional (COPERSUCAR 1986; Pennati C.P.1988; Sobral A.F.1988), aunque las dosis y frecuencia de las aplicaciones en los terrenos de cultivo deben determinarse cuidadosamente, ya que un exceso en cantidad o frecuencia, puede provocar problemas como la salinización o la reducción de la capacidad de intercambio catiónico, entre otras.

Se ha reportado (Sarria P. y col.1992) que un metro cúbico de vinaza diluida contiene sales minerales equivalentes a 2.6 kg de urea (46% N).

0.3 kg de superfosfato triple (45% P₂O₅) y 15.7 kg de KCl (50% K₂O). Actualmente varias compañías tequileras realizan estudios respecto a la aplicación de las vinazas, sin tratamiento o parcialmente tratadas, a través de sus áreas de investigación y desarrollo o en colaboración de instituciones de educación superior (Farfán-Trejo P.E.2004). Sin embargo, aún falta mucha información para determinar el impacto o afectación a los suelos o depósitos subterráneos de agua, relacionados con esta práctica, a la que se le conoce como ferti-irrigación.

b) Uso de los sólidos de las vinazas en alimentación animal. En lo que respecta a esta opción de manejo y aprovechamiento de las vinazas como alimento o aditivo para la dieta de animales, se tiene una buena cantidad de estudios realizados. De acuerdo con el trabajo de investigación (Sepúlveda J.J.1998) el análisis de los sólidos de las vinazas (Tabla 3) reporta resultados interesantes desde el punto de vista nutricional para animales, y éstos coinciden con los presentados en otro estudio (Farfán-Trejo P.E.2006), y en éste último se puede observar la gran variabilidad en los valores de los parámetros entre diferentes muestras (Tabla 2b).

Tabla 2b. Análisis estadístico de los sólidos de las vinazas

Sólidos de vinazas								
PARÁMETROS	DATOS ESTADÍSTICOS							
	n	Promedio	Mediana	Varianza	Desv. Std.	Min.	Max.	Coef. de var. (%)
Humedad	8	9.535	9.395	9.08534	3.01419	5.47	13.3	31.6119
Mat. Seca	8	89.8388	89.7749	13.0889	3.61785	84.85	94.53	4.02705
Cenizas	17	7.67353	6.69	7.55385	0.666591	4.37	14.69	35.817
Grasa Cruda	17	1.02588	0.78	0.830413	0.91127	0.05	3.46	88.8279
Fibra Cruda	10	10.789	8.75	58.2709	7.63354	3.3	28.27	70.753
Prot. Cruda	13	12.9777	12.34	28.8065	5.1775	5.49	21.06	39.8954
ELN	9	63.7389	65.94	53.4942	7.31397	47.85	70.67	11.4749
Magnesio	15	0.448	0.41	0.024373	0.156123	0.29	0.85	34.8488
Calcio	15	1.00267	0.92	0.260764	0.51065	0.3	2.04	50.9292
Fósforo	9	0.546667	0.59	0.0776	0.278568	0.14	0.9	50.9575
Potasio	15	0.816	0.6	0.167097	0.408775	0.31	1.43	50.095
Sodio	6	0.373333	0.31	0.0700267	0.264626	0.17	0.89	70.8818
Hierro	6	0.221667	0.18	0.0254567	0.159551	0.06	0.51	71.9781
Cobre	6	74.475	76.055	1596.6	39.9575	34.28	112.87	53.6523
Aluminio	6	19	140.705	19431.4	139.397	98.36	461.59	70.8406
Zinc	6	82.905	86.355	356.086	18.8702	50.12	107.96	22.7613
Cadmio ⁽³⁾	6	< 0.01						
Plomo ⁽⁴⁾	6	< 0.2						
Cobalto ⁽³⁾	6	< 0.2						
Mercurio ⁽⁵⁾	6	< 0.001						
Cromo	5	4.6086	3.76	8.99535	2.99922	1.988	9.78	65.0789

(1) Se evalúa como ausencia o presencia. En nuestro caso dispusimos de 13 datos con una relación de 9 ausencia y 4 presencia.

(2) Aunque en 5 de las muestras se reportan valores por abajo del límite de detección, encontramos otros con 2.77, 3.55, 4.05, 4.52 y 5.08 mg/l.

(3) Menor al límite de detección

(4) De las 6 muestras analizadas, 3 presentan valores muy altos: 15.65, 14.63 y 10.42 mg/l.

(5) De 6 muestras, 3 presentan valores detectados: 0.19, 0.42 y 1.613 mg/l

En donde:

Los datos de concentración están expresados en mg/l n = número de muestras analizadas

Promedio = media aritmética

Desv. Std. = Desviación estándar
Min. = Valor mínimo
Max. = Valor máximo
Coef. de var. (%) = Coeficiente de variación
Tomado de Farfán-Trejo P. E.2006

Tabla 3. Valores nutricionales de los sólidos de las vinazas de Tequila

DETERMINACIÓN	CONTENIDO*
Grasa cruda	2.30
Cenizas	10.98
Materia seca	94.53
Proteína	13.87

* % de peso en base seca*

Tomado de Sepúlveda J.J.1998

En este mismo trabajo, Sepúlveda reporta resultados positivos del empleo de los sólidos de las vinazas mezcladas con alimentos comerciales o balanceados, en codornices, pollos y borregos. Uno de los trabajos más completos en esta área fue realizado en Colombia (Sarria P. y col.1992) y muestra resultados sumamente alentadores en las tasas de ganancia y conversión en cerdos alimentados con vinazas (20%) y granos de soya.

Trabajos más recientes nos ofrecen la alta posibilidad del empleo de los sólidos de vinazas, previa definición de los porcentajes óptimos de inclusión de este material en la nutrición de aves productoras de carne (15%) (de Luna-Vega A.1997) y de ovinos (20%) (Vázquez-Ávalos E.1997).

Adicionalmente, algunas investigaciones van dirigidas a generar materiales susceptibles de aprovechamiento, como la generación de un compuesto líquido o sólido para rumiantes, consistente en el producto de la reacción de fuentes de nitrógeno no protéicas, tales como la urea, el biuret o sales de amonio con los aldehídos o grupos ceto de un carbohidrato que se en-

cuentra en productos como las melazas, vinazas o lignosulfonatos (Polet J. y col.2003).

La principal limitante para esta aplicación es la presencia de metales pesados y otros materiales tóxicos en la vinaza, por lo que también se está estudiando respecto a la toxicidad de los sólidos obtenidos de las vinazas en experimentos con especímenes de laboratorio (Salinas-López A.2006).

Ahora bien, para hacer económicamente factible su empleo en forma líquida, los animales deben estar muy cerca de la zona de generación, pues en caso contrario, involucra costos de transportación, así como ambientales. La obtención de mezclas con alto contenido de sólidos, implica el desarrollo de técnicas ambiental y económicamente factibles de deshidratado y secado.

c) Composteo de la vinaza para obtención de abono. En el estado de Jalisco, en años recientes se han realizado investigaciones de campo por parte de algunas empresas productoras de Tequila con apoyo de instituciones de educación superior, para la elaboración de abono orgánico, empleando bagazo de la molienda del agave cocido (conocido como “marrana”) e incluso la penca como sustrato y vinaza como fuente de aporte de nutrientes y humedad. Los resultados obtenidos son alentadores en lo que respecta a las características nutritivas del material generado.

Otra variante de esta opción es el empleo del vermicompostaje y vermifiltración, temas que serán tratados ampliamente en otro capítulo de este documento.

d) Recuperación de otras sustancias de interés. Otra interesante tendencia es la extracción y purificación de diversas sustancias valiosas contenidas en la vinaza y que han sido detectadas en este material. Tal es el caso de la presencia de cantidades importantes de vitaminas del complejo B (Gohl, B.) Existe un proyecto (en etapa de protocolo) de investigación para la recuperación de alcoholes, aldehídos, ácidos carboxílicos, enzimas y otros materiales presentes.

Se ha demostrado que la vinaza contiene algunos de los nutrientes necesarios para el desarrollo de las levaduras: hierro, sodio, potasio, calcio y otros

elementos. La producción de biomasa con un medio de cultivo económico permitiría plantear su utilización. Estas levaduras representarían un componente importante para enriquecer la dieta de los animales domésticos criados por esas comunidades, como las aves y los caprinos (Yegres F, y cols.2003).

En la revista Técnicaña (Berón-Medina G.2006) plantea la factibilidad de recuperar alcoholes polihídricos como una mezcla de sorbitol y glicerina. Todo lo anterior sin contar con el trabajo clásico de (Falange H.1962) respecto a la adecuabilidad de las vinazas como un sustrato para la producción de hongos en cultivos sumergidos, como una fuente de proteínas y grasas.

e) Otras opciones factibles. Existe un amplio grupo de personas interesadas en encontrar otros aprovechamientos de las vinazas, muchos de los cuales se encuentran en etapa experimental. En los siguientes párrafos se hará una breve mención de algunos de estos desarrollos.

1. Como fuente de energía. De los sólidos presentes en la vinaza, una parte muy importante corresponde a sustancias con carbono orgánico. Esto significa que podría considerarse un buen combustible para generación energética, pero se requiere retirar una cantidad significativa de agua. La capacidad calorífica que se ha determinado (García A. y col. 2006) para la vinaza al 60% de sólidos es de 1621-1871 cal/g, por lo que se necesita energía calorífica para la concentración de la vinaza y esto implica el desarrollo de tecnologías limpias y factibles, económicamente, para evaporación. Además de generar energía, el proceso deja un residuo (cenizas) rico en sales minerales, especialmente potasio.

2. Reciclar en proceso productivo. Se han llevado a cabo algunos experimentos que contemplan la posibilidad de reciclar la vinaza (sin tratamiento o parcialmente tratada) internamente en el proceso productivo, con miras a reducir la cantidad vertida y aprovechar los materiales presentes en la misma. Permite el aprovechamiento de azúcares residuales, la acidez y aminoácidos de levaduras aún presentes. Esta disposición requiere un monitoreo

riguroso.

3. Industria metalmecánica o fundición. La vinaza en caliente se puede utilizar para extraer micronutrientes residuales de la industria metalmecánica o de fundición, como escorias. También es posible ensayar el ataque de las vinazas a minerales como sulfuros de hierro y zinc con objeto de liberar cationes micronutrientes (Berón-Medina G.2006).

4. Como dispersante. Los ácidos orgánicos y los coloides orgánicos que contiene la vinaza tienen una gran facilidad para formar enlaces de coordinación con cationes y dispersantes cuando ésta se neutraliza con hidróxido de sodio o con hidróxido de potasio (el sodio y el potasio son cationes que tienen características dispersantes). El color limita el uso de la vinaza como dispersante en la industria de recubrimiento y de limpieza; no obstante, se han hecho ensayos para mejorarlo utilizando peróxido de hidrógeno, con resultados parcialmente buenos (Berón-Medina G.2006).

5. Los residuos de conchas marinas o de cáscaras de huevo reaccionan con los ácidos orgánicos de la vinaza, produciendo no solamente un calcio soluble, sino también iones fosfatos y otros cationes importantes para la agricultura. En el caso de la cáscara de huevo, este material no solamente contiene carbonato de calcio, sino también proteína de la película que reviste la cáscara en su interior, esta proteína se convierte en amoníaco, nitritos y nitratos. La harina de huesos obtenida por molienda y tratamiento con vapor es muy valiosa por su contenido de fosfato cálcico y por los iones fosfatos que pueden ser más disponibles para las plantas cuando se trata con vinaza (Berón-Medina G.2006).

6. Algunas más de las que no disponemos de suficiente información:

- Como tenso-activo reduce la viscosidad de la pasta de la piedra caliza en la industria cementera.
- Humectación en el fraguado de cemento.
- Como aporte de agua y materia orgánica en la fabricación de ladrillos.

Conclusiones

La producción de Tequila es una actividad económica que representa una importante fuente de empleo y proporciona un aporte significativo de ingresos para los diferentes niveles de gobierno, por lo que se ha tratado de solucionar los problemas ambientales derivados de los residuos de dicha actividad. En nuestro caso particular, nos referimos a la disposición de las vinazas dentro del marco normativo aplicable y bajo un esquema de sustentabilidad. Las tendencias actuales nos están llevando a la aplicación de sistemas biológicos anaerobios de alta tasa con recuperación de biogás y sólidos aprovechables, al compostaje, la ferti-irrigación y al empleo de los sólidos presentes en la vinaza para alimentación animal. De igual manera, existen muchos investigadores que se encuentran en la búsqueda de recuperar materiales valiosos de este residuo. Sin embargo, aún no se dispone de una tecnología que se pueda aplicar ampliamente y que resulte viable para cualquier empresa fabricante de Tequila.

Perspectivas

Evidentemente se requiere continuar con los trabajos de investigación y mejora en el diseño de los sistemas de manejo y disposición de las vinazas y, lo que considero sumamente importante, establecer los canales de comunicación entre empresas, centros de investigación y universidades que están realizando estudios y desarrollos centrados en la búsqueda de solucionar el problema de este manejo y disposición; es necesario que se compartan los hallazgos positivos para potencializar los esfuerzos que actualmente se encuentran dispersos. Si cada uno de los que realizamos esta labor aportamos el conocimiento que hemos adquirido y generado, resultará más cercano encontrar una solución definitiva a la problemática planteada.

Bibliografía

Beltrán de Heredia J., Domínguez J.R., Partido E. 2005. *Physico-chemical treatment for the depuration of wine distillery wastewaters (vinasses)*. Water Science and Technology Vol 51 No 1 pp 159-166^a IWA Publishing 2005.

Berón-Medina G. 2006. *Usos alternativos de la Vinaza de Acuerdo con su Composición Química*. Revista Tecnicaña, Vol. 10, No. 17. pp 14-18 (2006).

De Luna-Vega A. 1997. *Utilización de Sólidos de Vinaza Tequilera en la Nutrición de Aves Productoras de Carne*. Tesis para la obtención de Maestría en Ciencias en Manejo de Áreas de Temporal CUCBA: UdeG. Pp 7-9.

Falanghe H. 1962. *Production of Mushroom Mycelium as a Protein and Fat Source in Submerged Culture in Medium of Vinasse*. Appl. Microbiol. 10, 572-576.

Farfán-Trejo P. E. 2004. *Evaluación de los efectos de la aplicación en suelo de vinaza de Tequila, parcialmente tratada, para uso agrícola*. Reporte de trabajo de Investigación de campo, realizada por el CIDI-UAG para "La Madrileña", S.A. de C.V. pp 04.

Farfán-Trejo P. E. 2006. *Factibilidad del empleo de las vinazas de Tequila en alimentación animal y la relación entre sus parámetros contaminantes y sus características bromatológicas*. Tesis para la obtención del Grado de Maestro en Control de la Contaminación Ambiental, Universidad de Guadalajara.

García A. y Rojas C.A. 2006. *Posibilidades de Uso la Vinaza en la Agricultura de Acuerdo a su Modo de Acción en los Suelos*. Revista Tecnicaña, Vol. 10, No. 17. pp 3-13 (2006).

Gloria N.A. 1985. *Aplicacao de Vinhaca ao solo*. Notas del 1er Encuentro Sobre Manejo do Solos. ESALQ. Piracicaba (Brasil).

Gohl B. Tropical feeds. Oxford Computer Journals, Edición computarizada. Gómez Toro J.M. 1996. Efecto de la aplicación de vinaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. CAÑA DE AZÚCAR Vol. 14 (1). pp 15-34.

Goncalves C.A. y Silva E. L. 2000. **Tratamento Físico-Químico da Vinhaca. Notas del XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental.**
Lamas-Robles R. 2004. *Industria tequilera, visión y tecnología de su desarrollo*. Cap.1 de Ciencia y Tecnología del Tequila. Avances y Perspectivas. CIATEJ, 2004. pp 09.

Linerio-Gil J.E., Guzmán-Carrillo A. 2004. *Tratamiento de efluentes y aprovechamiento de residuos*. Cap.7 de Ciencia y Tecnología del Tequila. Avances y Perspectivas. CIATEJ, 2004. pp 261.

Orlando F.J., Leme E. J. 1984. *Utilizacao agrícola dos residuos da agroindustria canavieira*. Notas del Simposio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira.

Penatti C.P. 1988. *Efeitos da aplicacao da vinhaca e nitrógeno na soqueira da cana de açúcar.* Boletín Técnico Copersucar (48): 32-38.

Polet J.,Walter U. *Food composition for ruminants based on protein-free nitrogen.* CODEN: NAXXAN NL 7414328 19750509 Patent written in Dutch. Application: NL 74-14328 19741104. CAN 84:42256 AN 1976:42256 CAPLUS (Copyright 2003 ACS on SciFinder (R)).

Salinas-López A.2006. *Determinación de la toxicidad de los sólidos de vinaza tequilera como ingrediente de dieta animal.* Tesis para la obtención del Grado de Licenciado en Ingeniería Biotecnológica Ambiental, Facultad de Ciencias Químico-Biológicas UAG.

Sarria P. y Preston T. 1992. *Reemplazo parcial del jugo de caña con vinaza y uso del grano de soya a cambio de torta en dieta de cerdos de engorde.* Livestock Research for Rural Development.

Sepúlveda J.J.1998. *Avances en la Investigación sobre Uso de las Vinazas.* Memorias del Foro Agave Tequila pp 146-155

Sobral A.F.1988. *Efeitos da suplentacao mineral da vinhaca na fertilizacao da cana soca.* Brasil Acucareiro 106(4): 11-15.

Vázquez-Ávalos E.1997. *Utilización de Sólidos de Vinaza Tequilera en la Nutrición de Ovinos.* Tesis para la obtención de Maestría en Ciencias en Manejo de Áreas de Temporal CUCBA: UdeG. Pp 8-10.

Yegres F., Fernández-Zeppenfeldt G., Padin C.G., Rovero L.Richard-Yegres N.2003. *Saccharomyces cerevisiae en la fabricación del licor cocuy.* Rev.Soc. Ven. Microbiol. v.23 n.1 Caracas ene.2003.

COPERSUCAR. 1986. *Efeitos da aplicacao da vinhaca como fertilizante em cana de açúcar.* Boletín Técnico Copersucar (12), pp 2-5.

Consejo Regulador del Tequila. 2014. Estadísticas.

Página electrónica www.CRT.org./EstadísticasCRTweb/

NOM-001-SEMARNAT-1996. *Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.* DOF 06/01/1997.

NOM-002-SEMARNAT-1996. *Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en sistemas de alcantarillado.* DOF 03/06/1998.

Opciones sustentables de manejo y aprovechamiento del bagazo de agave y vinazas

*Dr. Gilberto Iñiguez Covarruvias¹, Ma. Del C. Aguilera Cerda¹,
A.N. De Esesarte Lomelí², F.M. Iñiguez Franco¹,
J.J. Bernal Casillas³, W. Ramírez Meda², y J. Villalvazo Naranjo³.*

¹Universidad de Guadalajara, CUCEI, departamento de madera, celulosa y papel.

²Universidad de Guadalajara, CULAGOS, departamento de ciencias de la tierra y de la vida.

³Universidad de Guadalajara, CUCEI, departamento de ingeniería de proyectos.

Contenido

Resumen	527
Introducción	528
1. Bagazo de agave	529
Compostaje	531
Bagazo de agave para la nutrición animal	532
Bagazo de agave para materiales compuestos	535
Fibra de bagazo como substrato para hortalizas	536
2. Vinazas	537
Uso de floculantes para el tratamiento de vinazas	539
Vinazas para la producción de biogás	541
Tratamiento de vinazas a través de vermifiltración y vermicompostaje	543
Sistema hidropónico para el tratamiento de vinazas o aprovechamiento de vinazas tratadas	547
Conclusiones	549
Perspectivas	549
Bibliografía	550

Resumen

En este trabajo se abordan diferentes sistemas de manejo y aprovechamiento del bagazo de agave y las vinazas que han surgido de diferentes trabajos de investigación considerando siempre su sustentabilidad.

El trabajo se dividió en dos partes, la primera referente al bagazo y la segunda a las vinazas.

Entre los sistemas sobre el bagazo se menciona el compostaje que puede ser utilizado para la asimilación y disposición de vinazas. También se menciona la oportunidad que se tiene de aprovechar la médula del bagazo en la nutrición animal y la fibra para la formación de tableros aglomerados y/o la elaboración de un sustrato de utilidad oportuna para invernaderos.

Entre los sistemas sobre las vinazas se menciona el uso de floculantes para su tratamiento, el uso de vinazas para la producción de biogás, así como su tratamiento a través de la vermifiltración y el vermicompostaje. Se menciona también que los sólidos sedimentables de las vinazas pudieran manejarse en el compostaje del bagazo.

Finalmente se menciona que a través de un sistema hidropónico se pudieran utilizar las vinazas tratadas por vermifiltración y en un sistema anaerobio-lagunas aireadas de forma intermitente.

Introducción

En los últimos nueve años, el consumo y producción de agave y Tequila se ha incrementado notablemente y ha contribuido al desarrollo agrícola e industrial de México, pero especialmente del estado de Jalisco. En 2003, la industrialización de cabezas de agave fue de 412,900 toneladas; ya para 2011 fue de 998,400 toneladas, con una disminución del 11.8% en el 2012 (880,600 toneladas) y con un máximo de 1,125,100 en 2008, (CRT, 2012).

Afortunadamente, este explosivo crecimiento de la industria del Tequila no ha desatendido el manejo y disposición de dos de los principales subproductos:

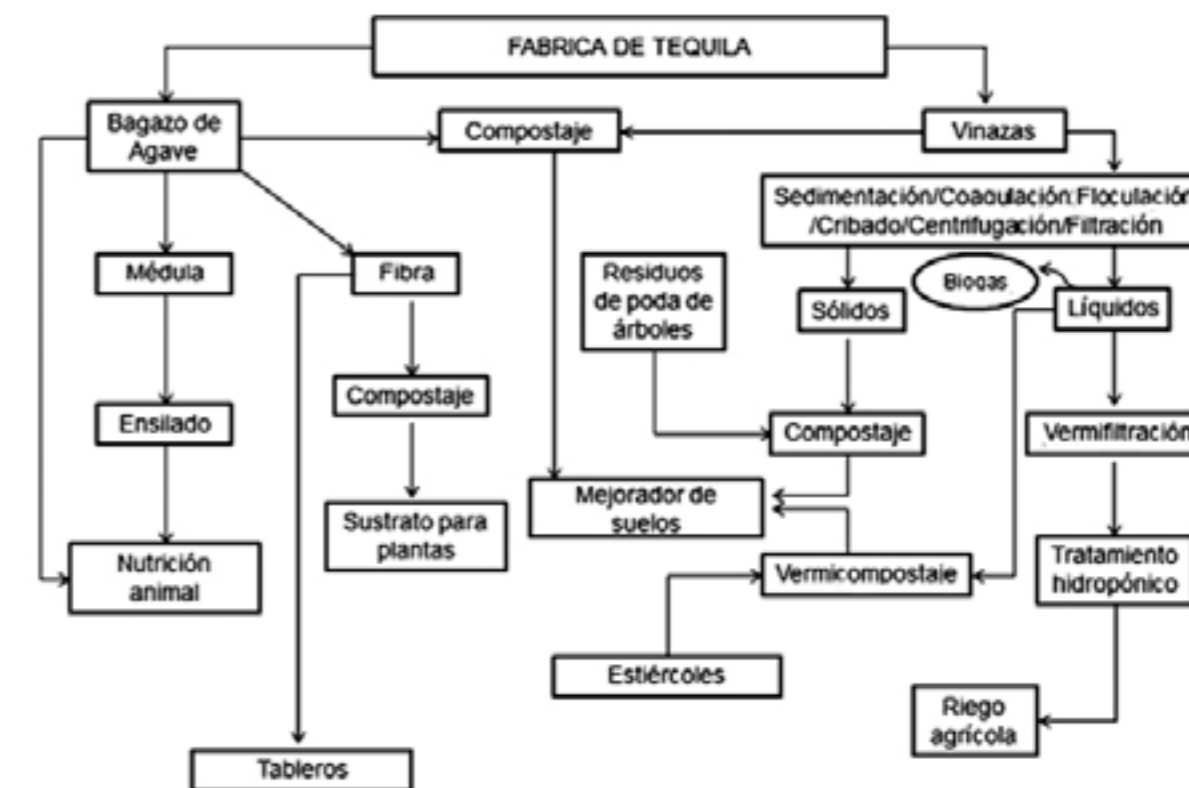
Pese al alto poder contaminante del bagazo y las vinazas, muy pocas empresas han resuelto con éxito su manejo.

Los métodos más empleados para el manejo de estos subproductos son la separación de sólidos sedimentables y digestión anaerobia, seguida por lagunas de aireación o lodos activados.

En lo referente al manejo del bagazo, la mayoría de las grandes y medianas empresas han optado por el compostaje como recurso para disponer de las vinazas, los sólidos sedimentables o los biosólidos de las plantas de tratamiento.

El objetivo de este trabajo es remarcar, o en su caso, brindar alternativas de solución y manejo del bagazo y vinazas con base en un desarrollo sustentable para pequeñas, medianas y grandes empresas tequileras.

La figura 1 presenta algunas alternativas sustentables de manejo y aprovechamiento de bagazo de agave y vinazas.



1. Bagazo de agave

El bagazo de agave es el material fibroso que queda después de que las cabezas de *Agave Tequilana Weber, variedad azul* son cocidas, destrozadas y molidas para extraer con agua los azúcares fermentables para la producción de Tequila.

En la actualidad algunas fábricas han modernizado su proceso de obtención de Tequila al destrozar solamente las cabezas de agave para luego, con agua caliente extraer los azúcares fermentables, surgiendo con esto un bagazo

con diferentes características del primero. Independientemente de lo anterior, el bagazo es principalmente la corteza y las haces fibrovasculares dispersas por todo el interior de la cabeza del agave.

El bagazo se compone de fibra y médula. La fibra es de pared gruesa y larga (10-12 cm) y la médula los finos. Esto representa aproximadamente 40% del peso total de la cabeza de agave molida en base húmeda (Cedeño 1995). El bagazo está disponible todo el año en dos de las principales regiones productoras de la bebida: la región de Tequila y la llamada “los altos de Jalisco”. Los cuadros 1, 2 y 3 muestran algunas características físicas y químicas del bagazo de piñas cocidas.

Cuadro 1.- Composición química del bagazo de agave seco (5% de humedad)

	Porcentaje de materia
Celulosa	43
Lignina	15
Hemicelulosa	19
Nitrógeno total	3
Pectinas	1
Grasas	1
Azúcares reductores	5
Cenizas	6
Otros	2

Tomado de Alonso y Rigal, 1997

Cuadro 2.- Composición física del bagazo de agave seco (5% de humedad)

	Textura	Poco rígida
Color	café-amarillo	
Largo de la fibra	5-10 cm	
Diámetro	0.3-0.4 mm	
Absorción de agua	6 mLg ⁻¹	

Tomado de Alonso y Rigal, 1997

Cuadro 3.- Análisis de los azúcares extraídos del bagazo de agave fresco

	Azúcares Red. (Porcentaje de materia seca)	Fructosa (Porcentaje de materia seca)	Glucosa (Porcentaje de materia seca)
Tequilera 1	5	3	0.4
Tequilera 2	8	4	0.4
Tequilera 3	10	5	0.5
Tequilera 4	12	7	0.5

Tomado de Alonso y Rigal, 1997

Cuadro 4.- Análisis de los azúcares libres extraídos del bagazo de agave seco

	Extracción 70°C 3 h (Porcentaje de materia seca)	Extracción 90°C 3 h (Porcentaje de materia seca)
Fructosa	1.00	1.20
Arabinosa	0.02	0.04
Glucosa	0.02	0.02
Galactosa	0.02	0.02

Tomado de Alonso y Rigal, 1997

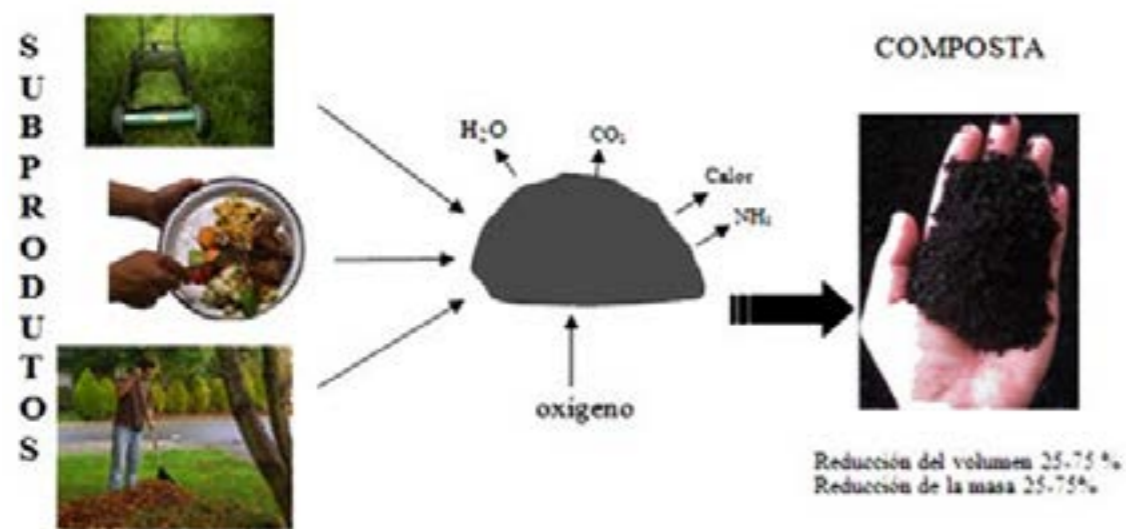
Compostaje

La mayoría de las fábricas de Tequila, sobre todo las más grandes, han optado por el compostaje para el manejo del bagazo de agave, parte de las vinazas crudas y los lodos de las plantas de tratamiento.

El compostaje en *sensu stricto* es un proceso de biodegradación aeróbica en sustrato sólido, con auto calentamiento en condiciones controladas, que lo

hace diferente a la putrefacción. Los principales subproductos son el dióxido de carbono, agua y calor. Desde el punto de vista etimológico del latín *compositum*, es una mezcla de sustratos biodegradados por un consorcio de microorganismos.

El compostaje también puede ser un proceso anaeróbico, donde la biodegradación se presenta en ausencia de oxígeno, en este caso los subproductos son metano, dióxido de carbono, varios ácidos orgánicos y alcoholes. La figura 2 describe lo que es el proceso de compostaje aeróbico que es más eficiente y presenta menos subproductos indeseables.



Bagazo de agave para la nutrición animal

Por características propias, el bagazo de agave, tal y como sale de las fábricas, es difícil que pueda ser utilizado para la nutrición animal. El nivel de aprovechamiento depende del ataque que éste tenga por la microflora ruminal. El aprovechamiento microbiano de la celulosa de los materiales lignocelulósicos como el bagazo, depende de dos factores:

- 1) La estrecha asociación física y química de la lignina con los polisacáridos de la pared celular.
- 2) El grado de cristalinidad del mismo polímero de celulosa (Cowling y Kirk, 1976).

Sin embargo, para facilitar el aprovechamiento del bagazo en nutrición animal, se puede partir de la separación física de lo que es de baja digestibilidad como la fibra y lo que es de mejor digestibilidad como la médula. La figura 3 presenta un equipo utilizado para tal fin.



Figura 3. Equipo para la separación física fibra/médula del bagazo de agave.

Cuadro 6.- Efecto del tamaño de la malla en la separación fibra/médula del bagazo de varias fábricas de Tequila

	Fábrica de Tequila	Bagazo de agave procesado (kg)	Tamaño de abertura de la malla (cm) ^a			Médula recuperada (%)
			1	2	3	
	1	100	2.5	2.5	1.90	36.0 ^a
	2	100	2.5	2.5	1.90	56.0 ^a
	3	100	2.5	2.5	1.90	45.3 ^a
	4	100	2.5	2.5	1.90	43.5 ^a
	5	100	2.5	2.5	2.5	38.3 ^a
			^a Promedio de cinco corridas			
			^b Promedio de ocho corridas			

El **cuadro 6** presenta los resultados del efecto del tamaño de la malla en la separación fibra/médula del bagazo de varias fábricas de Tequila.

Bajo las mismas condiciones se puede observar que con el bagazo de la fábrica 1 se separó la menor cantidad de médula (36%), mientras que con el bagazo de la fábrica 2, fue mayor la separación de médula (56%).

Lo anterior no quiere decir necesariamente que un bagazo tuviera más médula que otro, sino que uno estaba más molido, resultando en la práctica una mayor cantidad de fibra en el bagazo de la fábrica 2 que en el bagazo de la fábrica 1.

Cuadro 7.- Comparación del comportamiento de borregos alimentados con dietas a base de maíz (1), médula (2) y rastrojo de maíz (3)

Parámetro	Dieta			EEM ^a
	1	2	3	
Promedio de ganancia diaria (g)	179.0 ^b	96.4 ^c	72.1 ^c	14.826
Consumo de materia seca (g/día)	783.0 ^b	774.0 ^b	772.0 ^b	12.339
Alimento/ganancia	4.4 ^b	8.32 ^c	11.12 ^b	0.926

^aError estándar de la media

^{b,c}Promedios en el mismo renglón con diferente superíndice difieren estadísticamente (P<0.05)

El **cuadro 7** muestra el comportamiento de borregos cuando fueron alimentados con 3 dietas comparativas.

La dieta 1, o de control, estuvo formulada principalmente a base de maíz molido (79.3%), alfalfa molida (15%) y melaza de caña (5%). El resto correspondió a elementos minerales. La dieta 2 estuvo constituida principalmente por 63.3% de médula, y la dieta 3 por 63.3% de rastrojo de maíz (Iñiguez y col.2001).

Como puede observarse en el cuadro, la ganancia de peso y consumo diario de alimento fueron estadísticamente iguales entre la dieta a base de médula y la dieta a base de rastrojo de maíz.

Cuadro 8.- Comportamiento de borregos alimentados con una dieta a base de médula de bagazo de agave.

Parámetro	Valor ^a	EEM ^b
Promedio de ganancia diaria (g)	186.0	12.617
Consumo de materia seca (g/día)	1.077	0.056
Alimento/ganancia	5.87	0.417

^aRepresenta el promedio de cinco corrales con tres animales por corral.

^bError estándar de la media.

El **cuadro 8** presenta los resultados de un estudio en el que se formuló una dieta balanceada a base de médula de bagazo. En este caso los animales ganaron 186g de peso diario, resultado muy similar al reportado en el cuadro 7, con diferencia en el consumo diario de alimento (783 vs 1077g) (Iñiguez et al., 2011).

El aprovechamiento de la médula del bagazo en la nutrición animal, implica que ésta tenga que ser consumida de forma inmediata para evitar que se descomponga por microorganismos oportunistas.

El ensilado de la médula puede ser una alternativa de conservación mientras no sea utilizada. El ensilado es un proceso de conservación de forraje basado en una fermentación láctica del pasto que produce ácido láctico y una disminución del pH por debajo de 5. Permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mucho mejor que el henificado.

Bagazo de agave para materiales compuestos

El bagazo de agave puede ser utilizado para la fabricación de materiales compuestos, siempre y cuando se le remueva la médula, que puede ser utilizada en la nutrición animal.

En 2001 Iñiguez y col., prepararon muestras de tableros de densidades media y alta con fibras cortas y largas de bagazo. Estas muestras presentaron propiedades comparables a tableros preparados con fibras y partículas de madera. Fueron más fuertes en pruebas de flexión que los estándares ANSI (por sus siglas en inglés. American National Standards Institute) para tableros duros. La **figura 4** presenta muestras de tableros preparados con fibras cortas y largas de bagazo.



Figura 4

Fibra de bagazo como sustrato para hortalizas

Resulta interesante utilizar la fibra del bagazo como sustrato para el desarrollo de plántulas de hortalizas y no degradarla completamente en el compostaje. Iñiguez y col., (2011) en pruebas de invernadero con jitomate, no encontraron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.5$) al usar dos sustratos de bagazo de agave y dos sustratos comerciales (estopa de coco y “coco-peat”) al evaluar la producción y calidad de jitomates del primero al quinto corte después de 55 días del trasplante (Fig.5).



Figura 5. Producción de jitomate al utilizar un sustrato de bagazo de agave.

2. Vinazas

Las vinazas son las aguas residuales que se generan y quedan en la parte inferior del alambique después de la destilación del mosto de los azúcares del agave fermentados. Son de color marrón oscuro debido a que contienen compuestos fenólicos (ácidos tánico y húmico) y melanoidinas que son polímeros de bajo y alto peso molecular formados como uno de los productos finales de la reacción de Maillard (Pant y Adholeya, 2007; Jiranuntipon y col., 2008; Satyawali y Balakrishnan, 2007).

El color de las vinazas hace que se reduzca la penetración de luz en ríos, lagos y lagunas, disminuyendo la actividad fotosintética y por ende, la concentración de oxígeno disuelto, causando un deterioro de la vida acuática. Con excepción de algunas fábricas de Tequila grandes, la mayoría de las fábricas medianas y pequeñas, descargan las vinazas directamente en cuerpos de agua (ríos, arroyos, lagos, embalses) y los sistemas municipales de alcantarillado o directamente sobre el suelo sin recibir un tratamiento ade-

cuado. Esta práctica común provoca un deterioro en los cuerpos de agua debido al bajo pH, alta temperatura y elevada carga orgánica.

Un resumen de las propiedades físico-químicas características de las vinazas generadas en un proceso de producción tradicional de Tequila 100% de agave se muestran en el **cuadro 5**.

Cuadro 5.- Características fisicoquímicas de vinazas tequilas

Parámetro	Valor
pH	3.4-4.5
Aceites y grasas (mg/L)	10-100
DQO Total (mg/L)	60,000-100,000
DQO Soluble (mg/L)	40,000-80,000
DBO Total (mg/L)	35,000-60,000
DBO Soluble (mg/L)	25,000-50,000
Sólidos totales (mg/L)	25,000-50,000
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	2,000-8,000
Sólidos suspendidos fijos (mg/L)	10-500
Sólidos suspendidos volátiles (mg/L)	1,990-7,500
Sólidos disueltos totales (mg/L)	23,000-42,000
Sólidos sedimentables (mL/L)	10-900
Alcalinidad total (mg/L)	<6.00
Acidez total (mg/L)	1,500-6,000
Acidez fija (mg/L)	1,480-5,800
Acidez volátil (mg/L)	20-200
Ca (mg/L)	200-1,100
Mg (mg/L)	100-300
K (mg/L)	150-650
Fosfatos (mg/L)	100-700
Nitrógeno total (mg/L)	20-50
Nitrógeno NH + (mg/L)	15-40
Nitrógeno orgánico (mg/L)	5.0-10
Azúcares reductores totales (% w)	0.5-2.0
Azúcares directos (% w)	0.4-1.0
Cu (mg/L)	<3.0
Fe (mg/L)	<45
Ni (mg/L)	<0.02
Zn (mg/L)	<1.0

Tomado de López-López y col., 2010

Uso de floculantes para el tratamiento de vinazas

Entre la materia orgánica contaminante en las vinazas está la que constituye los llamados sólidos sedimentables, pueden variar de 10-900 ml/L (Tabla 5) dependiendo de la fábrica y/o del tipo de Tequila que se produzca en determinado momento.

Lo cierto es que, independientemente del tipo de tratamiento de vinazas que se tenga o se piense implementar, estos constituyentes de las vinazas tienen que ser removidos por floculación, sedimentación, centrifugación, cribado, etc.

Iñiguez y col., (2007) utilizaron 200 mg/L de un floculante catiónico de un polímero de poliacrilamida (PAM), para remover sólidos suspendidos y sedimentables de 4,500 L de vinazas, provenientes de tres diferentes alambiques de destilación, recuperando el flóculo formado en un separador piloto cilíndrico rotatorio, construido de acero inoxidable.

En el experimento no fue necesario el enfriamiento de las vinazas ni el ajuste de pH, lo que le da una ventaja competitiva a este tipo de floculante. La eficiencia de remoción de sólidos sedimentables, totales, suspendidos totales y demanda química de oxígeno fue de 100, 19.1, 94 y 15.7 % respectivamente.

Por otro lado, de los 4,500 L de vinazas tratadas, se recuperaron 357 kg de flóculo con un 16.6% de materia seca. El costo del floculante pudiera ser una limitante para el tratamiento químico de vinazas, sobre todo si contienen más de 400 ml/L de sólidos sedimentables. Sin embargo, la separación de estos sólidos, pudiera realizarse por decantación (figura 6) disponiendo de ellos en el compostaje de bagazo (figura 7).



Figura 6. Separación de sólidos sedimentables por decantación.



Figura 7. Compostaje de lodos con bagazo

Vinazas para la producción de biogás

En tratamiento de vinazas se han utilizado una variedad de procedimientos en los que se incluye el tratamiento anaerobio, que tiene enorme ventaja sobre el tratamiento aerobio, pues en vez de producir biomasa microbiana con los contaminantes, se produce gas metano que puede ser utilizado en las necesidades energéticas de la fábrica de Tequila.

En el tratamiento anaerobio se han desarrollado varias configuraciones de reactores como el anaerobio por contacto (Nahale, 1991), reactor de lecho fluidizado (Iza, 1991), reactor anaerobio de película fija (AFFR) (Rao y col., 2005) y el reactor de *manto de lodo anaerobio de flujo ascendente*, conocido comúnmente como tipo UASB (figura 8), desarrollado entre los años 1976-1980, por el Profr. Gatzke Lettinga de la Universidad de Wageningen en Holanda.

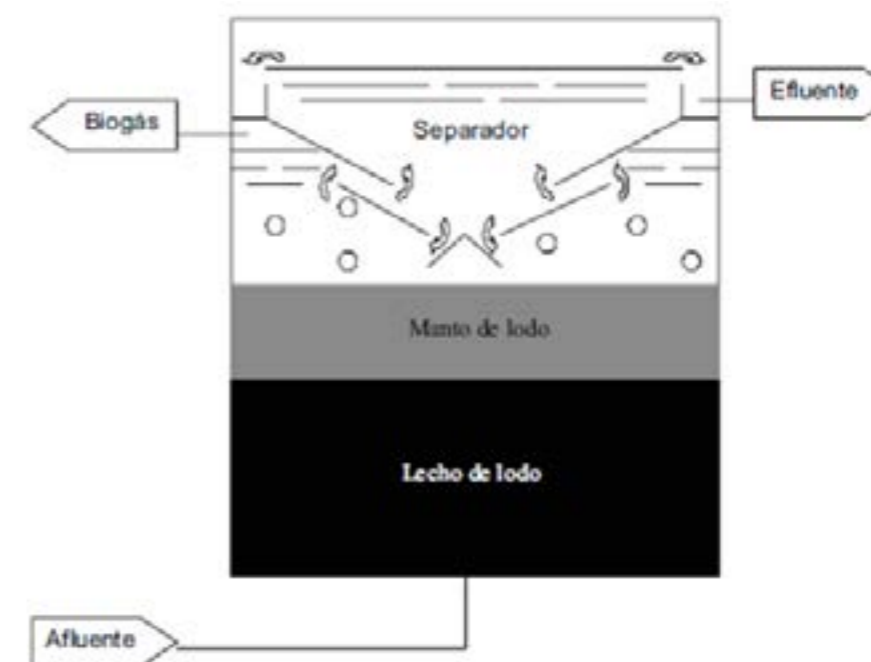


Figura 8. Diagrama de un reactor de manto de lodo anaerobio de flujo ascendente (UASB) para el tratamiento de vinazas.

Entre esas configuraciones, el UASB se aplica de forma extensiva debido a su efectividad en aguas residuales con alta carga orgánica y a sus ventajas económicas (Buzzini y Pires, 2002; Chávez y col., 2005; Kusum y col., 2002 Lettinga y col., 1997; Mahmoud y col., 2003).

El funcionamiento del reactor UASB depende tanto de parámetros físicos como de los procesos biológicos que determinan la eficiencia de remoción y la conversión en metano de los compuestos orgánicos.

Debido a la necesidad de crear nuevas y más eficientes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica, característica principal de las vinazas tequileras, Méndez y col., (2013) desarrollaron un sistema para el monitoreo y control, tanto local como a distancia, de un proceso de digestión anaerobia como el ilustrado en la figura 9.

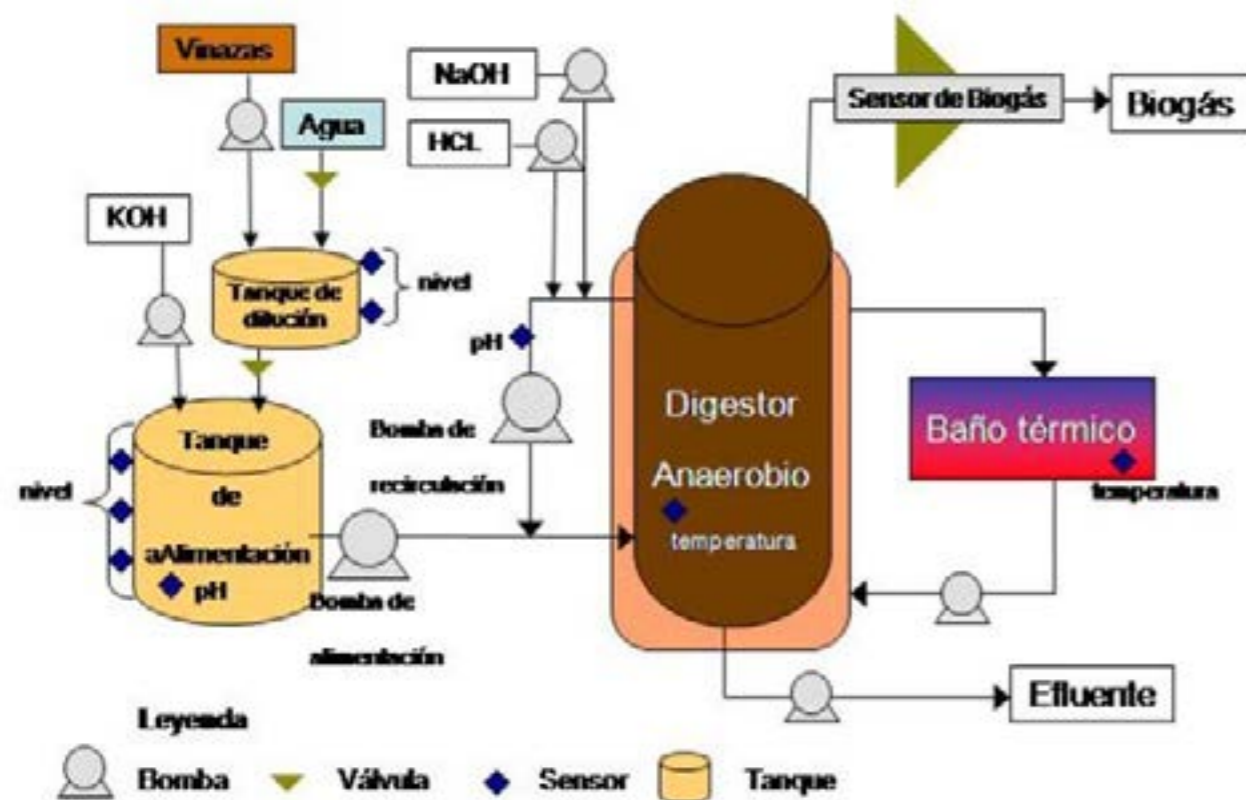


Figura 9. Sistema para el monitoreo y control, tanto local como a distancia de un proceso de digestión anaerobia usado para el de vinazas.

Este proceso ofrece ventajas importantes respecto a las tecnologías convencionales, entre las que destacan su capacidad para tratar grandes volúmenes de aguas residuales en un tiempo corto, por lo que las instalaciones requeridas resultan de mucho menor tamaño que las tradicionales. Además, como estos procesos no requieren de sistemas de aeración, ya que pueden operar a temperaturas cercanas al ambiente (entre 25 y 35°C), su costo de operación es realmente bajo.

Otra de sus grandes ventajas está relacionada con la recuperación de energía, ya que se obtiene, como subproducto de este proceso, un gas compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono conocido como biogás, que puede ser utilizado como un combustible alternativo para usos diversos dentro de la misma planta, tales como el calentamiento de calderas, hornos y hasta en la alimentación de generadores de electricidad.

Tratamiento de vinazas a través de vermifiltración y vermicompostaje

La vermifiltración es una tecnología novedosa de un sistema biológico complejo que combina mecanismos físicos, químicos, micro y microbiológicos (consorcio microorganismos-lombrices), para remover carga orgánica y nutrientes de aguas residuales.

Los efectos benéficos adicionales de los vermifiltros, en comparación a los biofiltros convencionales, es que las lombrices en su hábitat natural excavan pequeñas galerías (figura 10) que favorecen la difusión del oxígeno y la filtración del agua residual, evitando la obstrucción en la cama del filtro. En la figura 10 se puede apreciar la textura de la arena entre A y B al tener y no tener lombrices, y cómo cambió la textura de B al añadir lombrices (C).

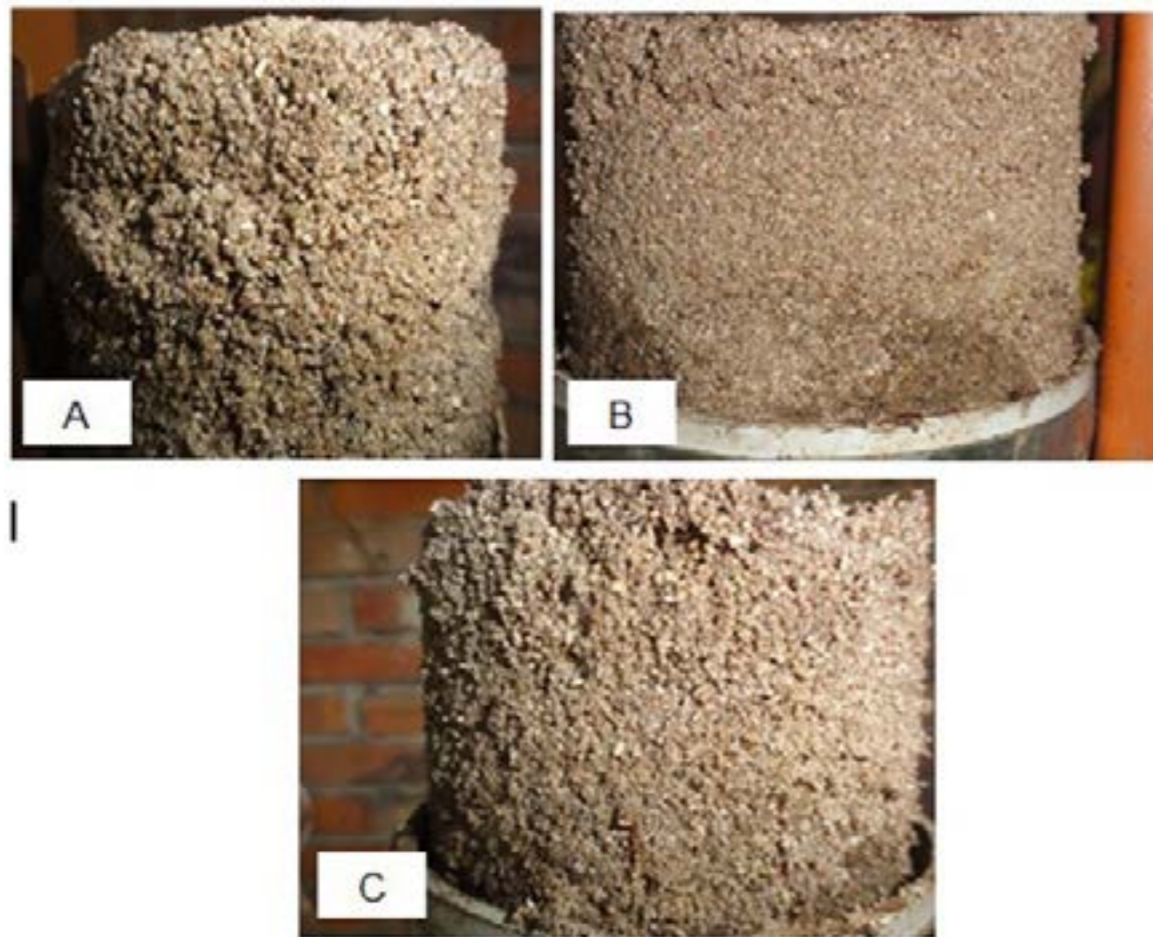


Figura 10. Vermifiltro de arena (capa superior) para el tratamiento de vinazas. (A) con lombrices, (B) sin lombrices, (C) al inicio sin lombrices, posteriormente con lombrices.

Para el tratamiento de vinazas se debe dar mayor atención al ecosistema artificial de vermifiltración, ya que es un proceso amigable con el medio ambiente, requiere poca energía y no se produce un efluente secundario que requiera tratamiento posterior.

En este nicho los microbios se alimentan de sustancias orgánicas y coloidales contaminantes formando biopelículas, mientras que las lombrices se alimentan de las biopelículas, así como de sustancias suspendidas en las aguas residuales.

A nivel laboratorio se ha trabajado con vinazas crudas sedimentadas, utilizando como vermifiltro (figura 11) un tubo de PVC de 8.226 L de capacidad, con un diámetro de 10.5 cm y altura de 100 cm.

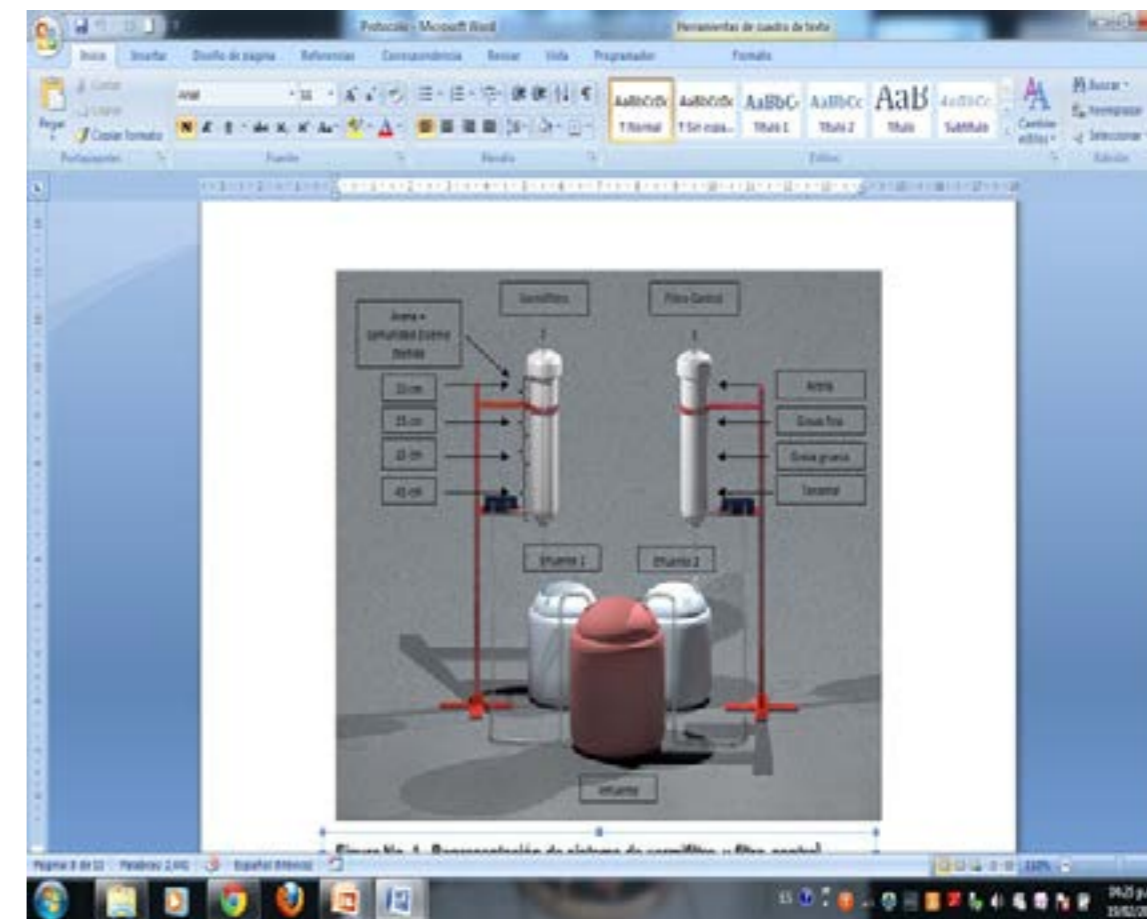


Figura 11. Modelo de vermifiltros de laboratorio para el tratamiento de vinazas.

En orden ascendente, el vermifiltro estaba constituido de las siguientes capas:

- Tezontle (45 cm), con tamaño de partículas entre 9.5–13 mm de diámetro.
- Grava (15 cm), con tamaño de partículas entre 4.32–6.54 mm.
- Grava, con tamaño de partículas entre 2.52–3.95 mm.
- Arena (20 cm), donde se depositaron 80 lombrices.

Como testigo se utilizó otro filtro con las mismas características del primero, sólo que sin lombrices.

La porosidad del medio ($\phi = V_v / V_T$) fue de 0.4023.

El tiempo teórico de residencia hidráulico ($TRH = \rho \times V_s / Q$) 123.48 h y

La tasa de carga hidráulica ($TCH = Q / (A \times t)$) de 0.03125 m/d.

Después de pasar un flujo de vinazas por ambos filtros, la eficiencia de remoción de contaminantes y la eliminación de fitotoxicidad se evaluó en base a los parámetros: demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), pH, conductividad, turbidez.

En el vermifiltro con lombrices se lograron disminuciones de hasta 81% de DQO, 88% en turbidez, 97% en SST y 73% en conductividad, mientras que en filtro control las disminuciones de DQO, turbidez y SST fueron del 42%, 78%, 79% y 70% respectivamente.

Se observaron cambios de pH, pues las vinazas tratadas se acercaron a niveles de neutralidad. Con la investigación realizada en laboratorio se puede ir a estudios de campo para rehabilitar la infraestructura de vermifiltros instalada (figura 12). Se puede también disponer de vinazas crudas sedimentadas en sistemas de vermicompostaje para mantener la humedad óptima (80%) de las *camas* para el desarrollo y trabajo de las lombrices en la estabilización de estiércoles de animales.



Figura 12. Modelo de vermifiltro para el posible tratamiento de vinazas.



Figura 13. Vermicompostaje como posible solución de disposición de vinazas.

Sistema hidropónico para aprovechamiento de vinazas

El agua residual proveniente de los vermifiltros puede, posteriormente, ser tratada para remover nutrientes a través de un sistema hidropónico. Recientemente, para el aprovechamiento de vinazas tratadas mediante digestión anaerobia y lagunas de aireación intermitente, se realizó un estudio bajo condiciones de invernadero en 2 tubos de PVC, (Un tubo para el cultivo control y el otro para el cultivo en vinazas tratadas), de 5 m de largo y 10 cm de diámetro, con 32 orificios (a 15 cm de distancia) de 3.8 cm de diámetro para el desarrollo de igual número de acelgas.

El sistema hidropónico se mantuvo al hacer recircular en los tubos, 50 L de vinazas tratadas o solución nutritiva con un flujo de 2.4 L/min, ayudados por una bomba sumergible. Se utilizó la solución nutritiva de Samperio según la etapa fenológica del cultivo.

Para evaluar el sistema de cultivo hidropónico se realizaron análisis de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, $N-NH_4^+$, $N-NO_3^-$, $P-PO_4^{3-}$, así como el crecimiento semanal de las plantas y el contenido de biomasa seca de hojas y raíz al final del experimento.

Las acelgas en la solución control tuvieron mejor crecimiento que las desarrolladas en vinazas tratadas y alcanzaron un pleno crecimiento a los 26 días de haber sido transplantadas.

La biomasa de hojas (11.7g) y raíz (1.79g) de las acelgas en solución testigo fue estadísticamente superior a la de biomasa de hojas (2.86g) y raíz (0.82) de las plantas cultivadas en vinazas ($p \leq 0.05$).

Los resultados anteriores nos dicen además que las acelgas cultivadas en vinazas al 66.6% y 100% durante 12 y 14 días consecutivamente, no mostraron aparentes problemas de toxicidad, pero sí falta de nutrientes al compararse con la solución testigo (figura 14).



Figura 14. Desarrollo de acelgas en hidroponía utilizando vinazas tratadas.

Dos Santos y col., (2013) desarrollaron, con un 10% de vinazas de la industria del alcohol, una solución nutritiva para el cultivo hidropónico de lechugas y berros, concluyendo que ésta puede ser una alternativa racional para la disposición de vinazas.

3. Conclusiones

Sobre el bagazo de agave se tiene la suficiente información y experiencia para su manejo a través del compostaje, sin embargo, hace falta estudios sobre la calidad del producto para darle valor agregado a este sistema de disposición.

También se requiere de mayor investigación sobre otras alternativas de manejo y disposición, dado que no se puede echar a perder en el compostaje un material lignocelulósico valioso que llevó varios años en sintetizarse. Sobre las vinazas, el tratamiento anaerobio-aerobio ha demostrado ser una alternativa viable, aunque requiere de altos costos de inversión, costos que pudieran recuperarse con el aprovechamiento de metano. Se requiere de mayor investigación y sobre todo planeación para que pequeñas y medianas empresas tengan acceso a esta tecnología.

4. Perspectivas

Aunque la tendencia sobre el manejo del bagazo de agave sea el compostaje, se espera que se adopten otras tecnologías tendientes al aprovechamiento de la celulosa, hemicelulosa y lignina, constituyentes principales del bagazo. Una de estas tecnologías, cuando llegue a ser competitiva, pudiera ser la producción de alcohol como bioenergético.

Sobre las vinazas se espera que a través de la investigación surjan tecnologías de bajo costo y de mayor acceso a pequeñas y medianas empresas para poder utilizarlas con fines agrícolas sin daño al suelo, su microbiología y productos.

Bibliografía

Alonso M. S. y Rigal L. 1997. Caracterización y valoración del bagazo de *Agave Tequilana* Weber de la industria del Tequila. Revista Chapingo, Serie Horticultura. 3(2), 31-39.

Buzzini A.P. y Pires E.C. 2002. Cellulose pulp mill effluent treatment in an upflow anaerobic sludge blanket reactor. *Process Biochem.* (38):707-713.

Cedeño C. M. 1995. Tequila production. *Crit. Rev. Biotechnol.* 15, 1-11.

Chavez P. C., Castillo L.R., Dendooven L. y Escamilla-Silva E.M. 2005.

Poultry slaughter wastewater treatment with an up flow anaerobic sludge blanket (UASB) Reactor. *Bioresour. Technol.* 96, 1730-1736.

Consejo Regulador del Tequila, (CRT) 2012. www.CRT.org.mx. Consultado el 20 de diciembre del 2012.

Cowling E. B. y Kirk T. K. 1976. Properties of cellulose and lignocellulosic materials as substrates for enzymatic conversion processes. *Biotech. Bioeng. Symp.*, 6, 95-123.

Dos Santos D. J., Da Silva L. A. L., Da Luz Costa J., Scheidt N. G., Novak A. C., Sydney B. E. y Soccol C. R. 2013. Development of a vinasses nutritive solution for hydroponics. *J. Environmental Management.* 114, 8-12.

Iñiguez C. G., Martínez G. A., Flores P. A. Flores y Virgen G. 2011. Utilización de subproductos de la industria tequilera. Parte 9. Monitoreo de la evolución del compostaje de dos fuentes distintas de bagazo de agave para la obtención de un sustrato para jitomate. *Rev. Int. de Cont. Ambient.* 27(1), 47-59.

Iñiguez C. G. y Peraza L. F. 2007. Reduction of solids and organic load concentrations in Tequila vinasses using a polyacrylamide (PAM) polymer flocculant. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23 (1), 17-24.

Iñiguez C. G., Lange E. S. y Rowell M. R. 2001. Utilization of by products from the Tequila industry: part 1: agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. *Bioresource Technology* 77, 25-32. Iza J. 1991. Fluidized-bed reactors for wastewater treatment. *Water Sci. Technol.* 24, 109-132.

Jiranuntipon S., Chareonpornwattana S., Damronglerd S., Albasi C. y Delia M. 2008. Decolorization of synthetic melanoidins-containing wastewater by a bacterial consortium. *Journal of Industrial. Microbiology and Biotechnology* 35, 1313-1321.

Kasum L., Kansal A., Balakrishnan M. Rajeswari K. V. y Kishore V. V. N. 2002. Assessment of biomethanation potential of selected industrial organic Effluents in India. *Resour. Conserv. Recycl.* 35, 141-161.

Lettinga G., Field J., Vanlier J., Zeeman G., Hulshoff Pol L. W. 1997. Advanced anaerobic wastewater treatment in the near future. *Water Sci. Technol.* 35, 10, 5-12.

López L.A., Davila V.G., León B. E. Villegas G, E. y Gallardo V. J. 2010. Tequila vinasses: generation and full scale treatment processes. *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 9, 109-116.

Mahmoud N., Zeeman G., Gijzen H., Lettinga G. 2003. Solids removal in upflow anaerobic reactors, a Review. *Bioresour. Technol.* 90, 1-19.

Méndez A.H.O., Gallegos R.J. y Kurt S. 2012. Monitoreo y control de un digestor anaerobio para el tratamiento de vinazas tequileras. <http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-11288>. Consultado el 20 de enero del 2013. Nahale C. 1991. The contact process for the anaerobic treatment of wastewater: technology, design and experience. *Water Sci. Technol.* 24, 179-191.

Pant D. y Adholeya A. 2007. Biological approaches for treatment of distillery wastewater: A review. *Bioresource Technology* 98, 2321-2334.

Rao G.A., Venkata-Naidu G., Krishna-Prasad K., Chandrasekhar Rao N., Venkata Mohan S., Annapurna J.A. y Sarna P.N. 2005. Anaerobic treatment of wastewater with High suspended solids from a bulk drug industry using fixed film reactor (AFFR). *Bioresour. Technol.* 96(1), 87-93.

Satyawali Y. y Balakrishnan M. 2007. Removal of color from biomethanated distillery spentwash by treatment with activated carbons. *Bioresource Technology* 98, 2629-2635.

Administración de laboratorios de ensayo y calibración

Biol. Luis Alejandro García Páez

Contenido

Objetivo	554
1. Antecedentes	554
2. El Origen	555
3. Beneficios	556
4. Requisitos	557
Consideraciones para la implementación de la NMX-EC 17025-IMNC-2006	557
5. Compras	559
6. Quejas del cliente	560
7. Registros	560
8. Revisión por la dirección	561
9. Personal	561
10. Instalaciones	562
11. Método	563
12. Equipos	563
13. Trazabilidad de las mediciones	564
14. Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos y calibraciones	565
Conclusiones	565
Bibliografía	566

Objetivo

El objetivo de este trabajo es orientar a las personas directamente involucradas en la implantación de un sistema de administración de un laboratorio de ensayos o de calibración y la verificación de equipos, personal e instalaciones, así como de compartir algunas experiencias personales que pueden ser de ayuda para la aplicación de algunos puntos considerados en la norma mencionada.

1. Antecedentes

ISO 17025: es una normativa internacional desarrollada por ISO (International Organization for Standardization) en la que se establecen los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y calibración. Se trata de una norma de calidad, la cual tiene su base en la serie de normas de Calidad ISO 9000. Aunque esta norma tiene varios aspectos en común con la norma ISO 9001, se distingue de la anterior en que aporta como principal objetivo la acreditación de la competencia de las entidades de ensayo y calibración (Entidad Mexicana de Acreditación), por las entidades regionales correspondientes.

Esta norma es aplicada por los laboratorios de ensayo y calibración con el objetivo de demostrar que son técnicamente competentes y que son capaces de producir resultados técnicamente válidos.

ISO 9000 es un conjunto de normas sobre calidad y gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO). Se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Las normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación como los métodos de auditoría. El ISO 9000 especifica la manera en que una organización opera sus estándares de calidad, tiempos de entrega y niveles de servicio.

2. El origen

La Norma PISO IEC 17025 sustituye a las anteriores: Guía PISO IEC 25 (General requirements for the competence of calibration and testing laboratories), a la norma europea EN 45001 (Criterios generales para el funcionamiento de los laboratorios de ensayo (UNE, 1991), sustituye también a la norma mexicana NMX-CC-13 (Criterios Generales para la operación de los laboratorios de prueba), aportando nuevos requisitos en los aspectos de las responsabilidades y compromiso de la alta dirección y poniendo mayor énfasis en la mejora continua según el método PDCA y la interlocución con el cliente.

Estructura y contenido de la NMX-EC-17025-INMC-2006

- Objeto y campo de aplicación
- Normas para consulta
- Definiciones
- Requisitos de gestión
- Organización
- Sistema de gestión de la calidad
- Control de documentos
- Revisión de solicitudes, ofertas y contratos
- Subcontratación de ensayos y calibraciones
- Compra de servicios y suministros
- Servicio al cliente
- Reclamaciones
- Control de trabajos de ensayo y/o calibración no conformes
- Mejora
- Acciones correctivas
- Acciones preventivas
- Control de los Registros
- Auditorías internas
- Revisiones por la dirección

Requisitos técnicos: La toma de muestra, la validación de métodos, la verificación de la trazabilidad y el cálculo de la incertidumbre de la medida en el caso de los laboratorios de ensayo, el contemplar la posibilidad de incluir interpretaciones y opiniones en los informes de ensayo.

Generalidades:

- Personal
- Instalaciones y condiciones ambientales
- Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos
- Equipos
- Trazabilidad de las medidas
- Muestreo
- Manipulación de objetos de ensayo y calibración
- Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos y calibraciones
- Informe de los resultados

3. Beneficios

La implantación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 asegura que cada paso, desde el muestreo hasta la emisión de datos, será controlado y valorado, realizado con la metodología vigente y/o validada y aprobada por el cliente, con el personal capacitado, calificado y evaluado, así como supervisado por personal competente que conoce perfectamente cada una de las metodologías utilizadas dentro de unas instalaciones adecuadas, donde se controlan todos los parámetros que pudieran invalidar o contaminar los resultados finales, utilizando equipos y materiales identificados, calibrados y verificados con patrones y materiales de referencia, trazables a organismos internacionales, bajo auditorías internas de calidad para establecer un sistema de mejora continua y del cumplimiento con cada metodología y políticas establecidas. Todos los registros, documentos y políticas son controlados y resguardados, asegurando la confidencialidad del cliente y garantizando que cada dato obtenido durante el proceso de análisis es valorado para calcular la incertidumbre y conocer qué tan riesgoso es emitir un dato muy cerca de los límites de aceptación y rechazo.

4. Requisitos

El principal requisito de la implantación de la norma 17025 es el compromiso de la dirección del laboratorio, el compromiso de los integrantes y la honestidad de los analistas y supervisores de cumplir cabalmente con lo que se establezca en el sistema de gestión de la calidad.

Sistema documentado de procedimientos, políticas, registros, que forman el sistema de gestión de la calidad (Manual de Calidad o como se le quiera llamar), puede encontrarse también en sistema electrónico.

Capacitación constante de todo el personal involucrado y personal de supervisión (programas de capacitación.)

Programa de Calibración y Verificación de Equipos críticos involucrados en la realización de los ensayos.

Compra de materiales de referencia y patrones trazables a organismos internacionales.

Sistema de registros legibles y confiables con la información necesaria que puedan demostrar evidencia de rastreabilidad y la reproducibilidad de cada uno de los ensayos bajo las mismas condiciones que se realizaron inicialmente.

Validación parcial o total de metodologías para asegurar la adecuación del método, equipos y personal dentro del laboratorio.

Programa de mantenimiento de las instalaciones para asegurar un buen desempeño de los ensayos realizados dentro de ella.

Consideraciones para la Implementación de la NMX-EC-17025-IMNC-2006

La implementación de un sistema de gestión de la calidad en nuestro laboratorio muchas veces es truncado debido a que se cree que este sistema es muy costoso e implica gastos adicionales al producto final evaluado, pero si tomamos en cuenta los costos de la No calidad como son las devoluciones, las quejas, la detección de productos fuera de especificaciones, la pérdida de confianza de nuestro clientes, el no cumplir con normas regulatorias o de sanidad, cualquier gasto que evite lo anterior es considerado una inversión.

La implementación puede ser paulatinamente, e incluso compartir gastos con algunas filiales o departamentos que sean beneficiados con la implementación del sistema dentro del laboratorio, el intercambio de materiales, equipos, etc., con laboratorio del mismo ramo pueden ser considerados, hacer convenios con cámaras o asociaciones de la industria o gubernamentales para la capacitación del personal, compra de materiales de referencia o patrones, pueden ser divididas entre empresas afines con las mismas metodologías.

Una vez definidos los métodos de ensayo a desarrollar (5.4) se deben elaborar todos los documentos que formen parte del sistema de gestión de la calidad (4.2, 4.3, 4.13) y elegir los equipos necesarios para el desarrollo del ensayo (5.5) así como capacitar a los analistas y personal supervisor para que se lleven a cabo (5.2); establecer controles de calidad (5.9), determinar los posibles errores que se presentan a lo largo del ensayo, tomando en cuenta al personal, equipo, condiciones, controles de calidad, uso de materiales de referencia, etc., y sumarlos al resultado final del ensayo, utilizando técnicas estadísticas (Incertidumbre 5.6). Se debe evaluar la satisfacción del cliente al que se le estén realizando los ensayos para recopilar datos de retroalimentación y mejora continua del sistema (4.7, 4.8); los datos emitidos deben cumplir con un informe de ensayos que sea de carácter confidencial y con identificaciones únicas (5.10)

El sistema debe ser monitoreado realizando el procedimiento establecido de auditorías internas en todos los puntos que especifica la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 por lo menos una vez al año. (4.14).

Dichas auditorías deben ser conducidas por personal entrenado y capacitado, y pudieran ser realizadas por personal interno o externo (siempre y cuando esté especificado en el sistema de gestión de la calidad). Estas auditorías pueden generar acciones correctivas, por lo que es indispensable un procedimiento para el tratamiento, cierre y seguimiento de acciones correctivas, iniciando con un análisis de la causa raíz que debe incluir la consideración de:

- Método
- Material
- Mano de obra
- Medio ambiente
- Maquinaria y equipo

La implantación del sistema de gestión de la calidad es aprobado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) la cual cuenta con personal experto en los ensayos elegidos y certifica el cumplimiento con la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, expidiendo una acreditación oficial y válida para muchos países con acuerdos ante la EMA.

Cabe mencionar que para la implementación del sistema de empresas chicas o pequeñas no es obligatorio que se acrediten si no es por convicción de las mismas, pero se asegura que, contando con este sistema en el laboratorio, los resultados serán muchos más confiables que si no se contara con él, y se garantiza la calidad de los estándares establecidos por los clientes.

La norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 especifica claramente en la sección 4, cuáles son los documentos indispensables con que se debe contar y el contenido de todos los registros que se generen a través del desarrollo del ensayo para evidenciar el cumplimiento de cada punto de la norma (4.2), algunos son: política de calidad, procedimiento de acciones correctivas y preventivas, control de documentos y registros, control de trabajo de ensayo no conforme, determinación de incertidumbre, desarrollo de auditorías internas, quejas del cliente, procedimiento de compras, procedimiento de capacitación y de supervisión, revisión por la dirección, etc.

5. Compras

Es indispensable un documento de compras donde se especifique cómo se deben seleccionar y comparar los servicios o suministros dentro del laboratorio, así como la forma de recepción, aceptación y almacenaje del material comprado, especificando los requisitos mínimos necesarios para aceptación de cada material o servicio, dependiendo de la importancia dentro del desarrollo del laboratorio y de los métodos de pruebas, y asegurar que no sean utilizados hasta que hayan sido inspeccionados.

El laboratorio debe evaluar a los proveedores de los productos consumibles, suministros y servicios críticos y generar una lista de proveedores de laboratorio, aprobados.

6. Quejas de cliente

El laboratorio debe contar con un procedimiento donde se indique cómo se recibirán las quejas de cliente, quién será el responsable de darles seguimiento y quiénes los involucrados en el análisis de la misma, establecer cómo se solucionará el problema, así como la forma de notificar al cliente el seguimiento a las acciones correctivas que se generen. Es importante llevar los registros necesarios para evidenciar el cumplimiento de cada queja.

7. Registros

El registro es la evidencia tangible de la realización de un ensayo, el cual describe con precisión cómo fue realizado un ensayo, quién lo realizó, el método utilizado, los equipos involucrados, los cálculos realizados, etc.

El resultado final de un ensayo es un dato, un número con el que expresamos al cliente si su producto cumple o no con las especificaciones acordadas, normativas o regulatorias, si es seguro para su ingestión o cumple con los parámetros del proceso o servicios.

Los registros deben ser legibles, recuperables, en instalaciones seguras para prevenir deterioro. Se debe contar con un procedimiento para contemplar la identificación, tiempo de retención, cómo archivar, cómo mantener, cómo respaldar los registros electrónicos, etc. Todos los registros deben contener la información necesaria para poder repetir con exactitud un ensayo siguiendo las condiciones originales del mismo. Los registros son fuente principal para la determinación de la incertidumbre.

8. Revisión por la dirección

La participación del personal directivo es fundamental para el desarrollo del funcionamiento del laboratorio, por la cual, es importante mantener informado e involucrado a todo el personal directivo de todo lo ocurrido en el laboratorio y es recomendable realizar, por lo menos una vez al año, una reunión donde se revisarán y analizarán los siguientes puntos:

- Adecuación de las políticas y procedimientos
- Informes de supervisión
- Informes de auditorías internas recientes
- Acciones correctivas y preventivas
- Quejas
- Cumplimientos con los objetivos de calidad.
- Necesidades de capacitación.

9. Personal

El personal del laboratorio formado por analistas, supervisores, personal de limpieza, y cualquier otro involucrado directamente en la obtención de un dato o resultado, debe estar bajo capacitación y supervisión constante y evaluar dicha capacitación para poder calificar al personal antes de que emita algún dato al cliente. Es muy importante que todo el personal conozca y aplique el código de ética y de confidencialidad establecido en el sistema de gestión de la calidad. Se debe contar con procedimientos de entrenamiento para personal de nuevo ingreso, detección de necesidades y fijar metas para cada uno de los miembros del laboratorio, así como contar con archivos para cada persona donde se especifique su perfil de puesto, sus actividades y responsabilidades dentro del sistema de calidad, las evaluaciones de las capacitaciones recibidas, y las evaluaciones de su supervisor; deben contar con ensayos de aptitud (repetitividad, reproducibilidad, porcentaje de recobro, muestras ciegas, controles de calidad, etc.) Toda esta información servirá para que su jefe inmediato y el representante de la dirección determinen las necesidades de capacitación y metas para el siguiente año.

La información obtenida de sus ensayos de aptitud servirá también para la determinación de incertidumbre de los métodos realizados en el laboratorio.

La participación de ensayos de aptitud también es manera de evaluar al personal, mismos que son requeridos con carácter de obligatorio por la EMA en el procedimiento “Política de ensayos de Aptitud” (MP-CA002-vigente).

La supervisión es vital para evaluar el desempeño del personal de laboratorio y debe realizarse por personal con la autoridad, conocimiento y experiencia necesaria dentro de los métodos de ensayo acreditados o declarados ante la EMA, dicha supervisión debe abarcar el desempeño de cada analista, la preparación de soluciones, curvas de calibración, verificaciones del equipo, cálculos de los ensayos, verificación de los informes de ensayo, análisis y tendencias de los controles de calidad, etc. La supervisión debe especificar de qué manera se realizará, tiempos y dónde quedará registrada, así como anotar las desviaciones encontradas y las respectivas acciones correctivas generadas al encontrar dichos desvíos (control de ensayo no conforme).

10. Instalaciones

Las instalaciones son muy importantes para un buen desarrollo de las metodologías a utilizar, se debe de contar con áreas bien delimitadas que aseguren que no haya contaminación cruzada en otras secciones dentro del laboratorio, es indispensable el orden y limpieza en todas las instalaciones del laboratorio, el acceso debe ser restringido a personal exclusivo del laboratorio y a quienes estén autorizados por escrito para poder ingresar al laboratorio y siempre bajo vigilancia y compañía de algún miembro del laboratorio. Es recomendable contar con una carta de autorización por parte de la dirección, indicando quiénes pueden estar dentro del laboratorio.

Si las condiciones ambientales influyen para el desarrollo de los ensayos, se deben monitorear y registrar en cartas control.

Es necesario contar con un reglamento interno de laboratorio, mismo que indicará las restricciones, horarios, vestimenta, personal autorizado y las normas de conducta a seguir por parte de los visitantes.

Es de gran utilidad contar con una bitácora de registro de acceso al laboratorio, indicando por lo menos el horario y fecha de entrada, nombre de la persona, compañía a la que pertenece, el asunto que tratará y el nombre de la persona que autoriza el ingreso.

Se debe contar con programas de mantenimiento anual de las instalaciones y del edificio, así como con procedimientos que indiquen qué hacer en caso de algún desperfecto que pueda interferir para la realización del ensayo.

11. Método

Es necesario el uso de metodología, de preferencia extraída de métodos oficiales (NOM, NMX,) publicaciones científicas o de normativas internacionales (ISO, AOAC, etc.), mismos que deben ser validados (R&R, robustez, afinidad, porcentaje de recobro, etc.)

También pueden desarrollarse métodos elaborados por el laboratorio, son normalizados siempre y cuando sea validado siguiendo la guía de validación de métodos de ensayo emitida por el CENAM en coordinación con la EMA.

Es indispensable una declaración de incertidumbre para cada método de ensayo tomando en cuenta la política de incertidumbre de la EMA en la cual se debe considerar todos los factores que intervienen (personal, material y equipo, uso de materiales de referencia, medio ambiente, etc.).

12. Equipos

Se debe contar con los equipos adecuados o especificados en los métodos de ensayo, mismos que deben ser operados por personal de laboratorio autorizado

por el gerente de calidad o como se le llame, esta autorización debe ser por escrito.

Es necesario realizar una evaluación de desempeño a cada equipo para valorar si cumplen con los rangos especificados para cada método y la exactitud requerida. Existe una guía emitida por el CENAM en coordinación con la EMA donde se especifica la manera de evaluar cada tipo de equipo.

Todos los equipos deben contar con una identificación única, un manual de operación, programa de calibración y programa de verificación, un archivo donde se asiente cada vez que ha sido calibrado, verificado, reparado, etc.

Se debe contar con patrones de calibración o verificación y materiales de referencia trazables al CENAM o a patrones internacionales.

Es necesario contar con un procedimiento que indique cómo se deben proteger los equipos, su traslado, etiquetado, en caso de mal funcionamiento, la descripción de cómo deben ser calibrados y verificados, etc.

13. Trazabilidad de las mediciones

Se debe contar con un procedimiento para la determinación de incertidumbre de cada uno de los métodos realizados por el laboratorio, éstos pueden basarse en las políticas de trazabilidad de la EMA, donde se deben identificar todos los factores que afectan la incertidumbre de cada metodología (personal, método, equipo, muestreo, medio ambiente, controles de calidad, uso de materiales de referencia, porcentaje de recobro, R & R, etc.)

Una vez que se obtenga el resultado, debe declararse cada vez que se emita algún dato en el informe de ensayos (5.10) si así fue acordado con el cliente.

14. Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayos y calibraciones

Es necesaria la implementación de controles de aseguramiento de resultados para cada método practicado por el laboratorio y realizarse controles estadísticos para la valoración de los mismos.

Estos controles pueden ser:

- La práctica de análisis por duplicado
- Uso de material de referencia
- Muestra control
- Muestras a ciegas
- Porcentaje de recobro
- Ensayos de aptitud
- Repetición de ensayos a elementos retenidos.

Los resultados de todos estos controles deben ser analizados mediante técnicas estadísticas para conocer las tendencias y generar correcciones e implementación de acciones preventivas o correctivas, según sea el caso.

Conclusiones

La implementación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 requiere de gran compromiso, trabajo y esfuerzo de todo el personal administrativo, directivo y técnico; la constancia de seguir todas las políticas, procedimientos, registros; establecer rutinas y hábitos para seguir al pie de la letra el sistema de gestión de la calidad.

Cada esfuerzo e inversión serán gratificados al ser reconocidos por el cliente como un laboratorio o empresa confiable.

Es importante saber que entre mejor se hagan las cosas y con mayor seguridad, se invertirá menos en tiempo y gastos, ya que con la implementación de controles y conociendo los valores esperados, aseguraremos así que el método está funcionando correctamente, por lo que disminuirán las quejas y el trabajo doble. Es importante también estar en contacto con otros laboratorios para la realización de pruebas interlaboratorios, compartir gastos en la compra de algunos materiales de referencia o servicios de capacitación, intercambio de experiencias y la posible participación de auditorías internas.

Lo que no se mide no se puede mejorar.

Bibliografía

Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006

Guías técnicas del CENAM

Política de Incertidumbre de la EMA Política de trazabilidad de la EMA Política de ensayos de aptitud de la EMA

Criterios de aplicación de la NMX-EC-17025-IMNC-2006 de la EMA



Sistemas, inocuidad y HACCP para la industria tequilera

M. en DOH Raymundo René Jasso Hinojosa

Consultor, auditor y capacitador empresarial

Contenido

Introducción	570
1. Sistemas de inocuidad	571
2. Factores de control	572
3. Niveles de inocuidad	573
Las buenas prácticas de manufactura	573
Responsabilidades	582
Procedimientos de operación estándar de higiene y sanidad (POESs)	586
Métodos de limpieza	588
Detergentes	589
Sanitización	591
Planeación de un programa de higiene y sanitización	591
Período de limpieza y desinfección	593
Limpieza y desinfección de áreas y equipo	594
4. Programa de pre-requisitos de HACCP	595
Buenas prácticas de manufactura	597
Higiene y sanidad de la planta	597
Control de químicos	597
Diseño del producto y especificaciones	598
Control de proveedores	600
Consideraciones para el control de proveedores	600
Rastreabilidad y retiro del mercado	600
5. Sistema HACCP	601
Actividades pre HACCP	602

Principio No.1	604
Principio No. 2.	605
Principio No. 3.	606
Principio No. 4.	607
Principio No. 5.	609
Principio No. 6.	610
Principio No.7.....	611
Legislación de HACCP.....	611
Formatos del plan HACCP.....	612
6. ISO 22000:2005 Sistema de gestión de inocuidad	615
Anexos	616
7. Modelo organizacional.	617
8. Certificación en sistemas de inocuidad.....	618
Glosario de términos	620
Bibliografía.	622

Introducción

La inocuidad es el conjunto de condiciones y medidas que se aplican desde el punto de vista microbiológico, físico y químico, en la preparación, industrialización y servicio de alimentos y bebidas alcohólicas como el Tequila.

A través de los tratados de libre comercio con otros países, la industria del Tequila está entrando en mercados altamente competitivos que requieren de estrategias y tecnologías inocuas, en donde la ingeniería sanitaria se desarrolla a la par con los sistemas de calidad.

El sistema de inocuidad establece estrategias tecnológicas que permiten alargar la vida de anaquel de los productos industrializados y del campo mexicano, buscando con esto entradas de divisas al país, un ejemplo de ello es la industria del Tequila, alimentos regionales procesados y la exportación de frutas y hortalizas al mercado internacional.

La tecnología alimentaria y de bebidas ha evolucionado de tal forma, que ha sido necesario establecer ventajas competitivas con otros países en la exportación de alimentos, es aquí donde la ingeniería se ha desarrollado, no sólo en cuanto a sus procesos de manufactura y equipamiento, sino también en sus sistemas de producción. El sistema de inocuidad consiste en dar garantía al consumidor de que el alimento no represente ningún riesgo a la salud para quien lo consume.

1. Sistemas de inocuidad

En los sistemas de inocuidad, uno de los factores más importantes es la identificación y el análisis de los riesgos, éstos son clasificados como biológicos, químicos y físicos.



Los riesgos biológicos están basados en la peligrosidad generada por contaminación de microorganismos patógenos, en donde las condiciones de una planta de Tequila no son del todo propicias para su generación. Los riesgos físicos se basan en las condiciones sanitarias de las instalaciones y el equipo de procesamiento, en donde, dependiendo de la tecnología y las condiciones sanitarias de la planta, se pueden generar factores que pueden contaminar el Tequila.

Los riesgos químicos se podrían generar en función a las condiciones sanitarias con las que se cultiva el agave en el campo, donde las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ayudan a su control o eliminación, así como el control de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la fabricación y envasado del Tequila.

2. Factores de control

Los factores que pueden afectar la inocuidad de un alimento son:

Las materias primas

El agua de proceso

El ambiente de planta

El factor humano

El equipo de proceso

En las materias primas la tendencia internacional es hacia lo orgánico, es decir, no utilizar sustancias de síntesis química en frutas y hortalizas, (fertilizantes y plaguicidas); en productos cárnicos, no usar anabólicos como el clenbuterol, ni medicamentos en ganado lechero. El agua de proceso es muy controlada por las autoridades sanitarias debido al riesgo que representa para la salud pública en la transmisión de enfermedades.

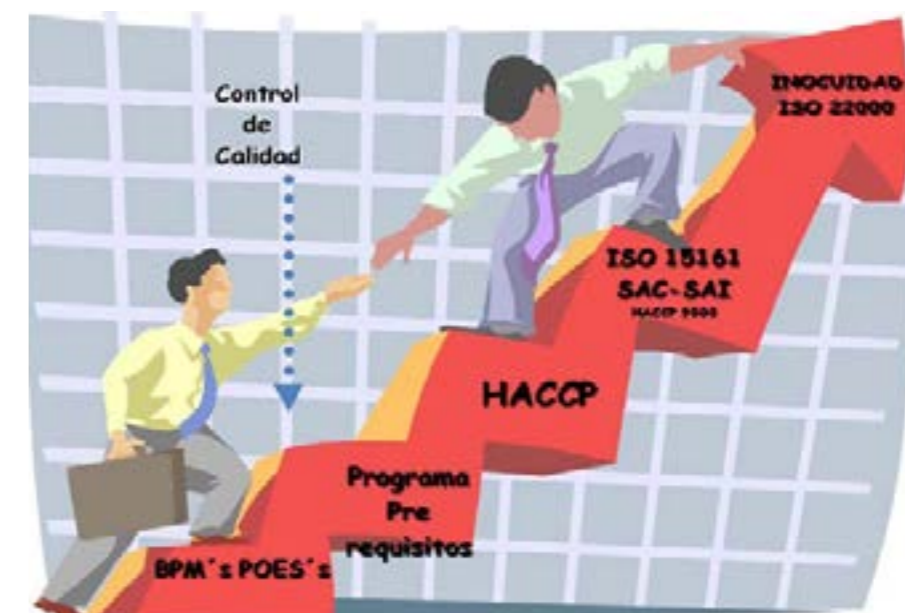
El ambiente de la planta es determinante, donde la ingeniería sanitaria establece las condiciones de producción para la eliminación de contaminaciones cruzadas que son fuente de contaminación a los alimentos. El factor humano juega un papel importante y es a través de las buenas prácticas de manufactura donde se elimina el riesgo de contaminar los alimentos por manipulación.

El equipo de proceso debe ser de materiales sanitarios e ino cuos que no generen contaminación directa a materias primas y producto terminado.

Fuentes de contaminación



3. Niveles de la inocuidad



Estos niveles parten de los requerimientos básicos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procedimientos Estándar de Higiene y Sanidad (POESs) para generar los PRP's.

Las Buenas Prácticas de manufactura

La referencia de las especificaciones de las BPM's son:

1. La normatividad nacional NOM-251-SSA1-2009
2. La normatividad Internacional por el CODEX Alimentarius.
3. La normatividad de Estados Unidos a través del 21 CFR art.110 y la normas consolidadas de AIB (normas de carácter voluntario y reconocido por la industria de USA).

Es importante definir y clasificar el tipo de requerimientos sanitarios que se tendrán en la empresa, por lo que se sugiere la siguiente clasificación con base a los requerimientos sanitarios:

Área blanca: se requiere del mayor control sanitario y se aplica el código de BPM con mayor exigencia.

Área gris: no existe mucha manipulación en las áreas y es menor la exigencia sanitaria.

Área negra: es un área en la que no se aplica el código de BPM, pero se requiere cumplir con los requerimientos básicos de higiene y seguridad industrial.

Tabla 1. Clasificación de áreas en una planta tequilera.

Código	Área	Blanca	Gris	Negra
	Recepción de materia prima AGAVE			
	Cocimiento			
	Horno/autoclave			
	Molienda			
	Desgarradora			
	Tanques de almacenamiento de jugos			
	Área de fermentación			
	Área de destilación			
	Área de envasado			
	Almacén de materia prima y materiales			
	Almacén de materiales			
	Tanques de almacenamiento de P.T.			

El código de BPM representa las políticas que implementa la empresa para cumplir la reglamentación gubernamental, los requerimientos del cliente y el establecimiento de sus políticas internas. Es importante que estos requerimientos se establezcan en un código. Los elementos básicos son los siguientes:

Todos los trabajadores y supervisores se presentarán a sus labores aseados, con el cabello corto y con las uñas de las manos cortas y limpias.

Todo trabajador que presente heridas, llagas, diarrea, infecciones cutáneas o una enfermedad susceptible de transmitirse, lo comunicará a su supervisor antes de iniciar sus labores para que juntos tomen precauciones de higiene. El trabajador que presente cortadas o heridas leves, deberá cubrirlas

El código de BPM representa las políticas que implementa la empresa para cumplir la reglamentación gubernamental, los requerimientos del cliente y el establecimiento de sus políticas internas. Es importante que estos requerimientos se establezcan en un código. Los elementos básicos son los siguientes:

Todos los trabajadores y supervisores se presentarán a sus labores aseados, con el cabello corto y con las uñas de las manos cortas y limpias.

Todo trabajador que presente heridas, llagas, diarrea, infecciones cutáneas o una enfermedad susceptible de transmitirse, lo comunicará a su supervisor antes de iniciar sus labores para que juntos tomen precauciones de higiene. El trabajador que presente cortadas o heridas leves, deberá cubrirlas adecuadamente antes de entrar a laborar, pero queda prohibido ingresar al área de envase, hasta que éstas sanen completamente.

El trabajador que presente una enfermedad contagiosa o herida infectada, no deberá laborar en el proceso hasta su total recuperación; mientras tanto, se le asignará otra tarea que no ponga en peligro la calidad del producto.

A todos los trabajadores y supervisores de nuevo ingreso, se les realizará un examen médico general antes de entrar a laborar.

A todo el personal se le aplicará un examen médico periódico, dos veces al año, y cuando por alguna razón no se encuentren el día del examen, se les efectuará el primer día que regresen a laborar.

Toda persona que entre en contacto con materias primas, ingredientes, material de empaque, producto en proceso y terminado, equipos y utensilios, debe:

- Usar ropa limpia, incluyendo el calzado
- Utilizar cubre-boca
- Usar casco de seguridad con cubre-pelo
- Lavarse las manos y secarlas antes de iniciar el trabajo, después de cada ausencia del mismo y en cualquier momento cuando las manos puedan estar sucias o contaminadas.

- Cuando el personal maneje más de dos tipos de productos, se lavará las manos minuciosamente entre una y otra manipulación.

Al ingresar a laborar no se debe portar anillos, pulseras, relojes, collares u otras joyas o adornos que puedan contaminar el producto, aun cuando éstos se usen debajo de una protección (ropa o guantes).

En las áreas de producción o envase, no se portarán plumas, lapiceros, termómetros u otros objetos que puedan desprenderse de los bolsillos de la ropa de trabajo.

Queda estrictamente prohibido escupir en cualquier área del proceso, envase o almacenes.

No se deberá estornudar ni toser sobre el producto (uso obligatorio del cubre-boca).

Se prohíben chicles, dulces u otros objetos en la boca durante el trabajo, ya que pueden caer al producto en proceso o terminado.

Fumar, mascar, comer o beber sólo podrá hacerse en el área del comedor, beber también lo podrá hacer en los bebedores localizados en la planta.

El personal de limpieza cuidará que, al realizar su trabajo en las áreas de producción, no se genere polvo ni salpicaduras de agua u otro líquido que pueda contaminar los productos en proceso, terminados o materia prima.

En el área de envase se debe utilizar:

- Ropa limpia, incluyendo el calzado
- Cubre-pelo
- Cubre-boca

- Cubre-zapatos, y
- Mantener las uñas de las manos cortas y limpias.

Todo el personal que ingrese o salga del área de envase, lo hará a través de las aduanas expreso para ello. Antes de ingresar a la aduana se lavará las manos usando desinfectante, y sin tocar nada, las secará en el equipo para este fin, enseguida ingresará colocándose primero el cubre-pelo, luego el cubre-boca y por último, los cubre-zapatos. Al salir, depositará el equipo de protección personal en los recipientes asignados e identificados para cada uno de ellos.

Los trabajadores que manipulen materias primas o productos semielaborados, susceptibles de contaminar el producto final, no ingresarán al área de envase, hasta haberse puesto ropa limpia y haber aseado sus manos.

Los visitantes que ingresen al área de proceso no deben presentar síntomas de enfermedad o lesiones; no deberán comer, fumar, escupir, comer, ni masticar durante su estancia en el departamento de producción, y deberán usar casco de seguridad.

Queda prohibido el ingreso de visitantes, proveedores y contratistas al área de envase, en el caso de éstos últimos, sólo ingresarán cuando vayan a realizar un trabajo autorizado por la gerencia y cumplirán con todos los puntos marcados en este procedimiento.

En los patios y alrededores de la planta se evitarán condiciones tales como:

- Equipo mal almacenado
- Basura, desperdicios y chatarra
- Formación de maleza y hierbas
- Exceso de polvo
- Drenajes sin tapa

Los pasillos no deben emplearse como sitio de almacenamiento, aun cuando sea por poco tiempo.

Las puertas de salida estarán bien señaladas, abrirán al exterior y no serán bloqueadas.

El personal de aseo se asegurará que los baños estén provistos de papel higiénico y jabón, y que estén limpios, sin acumulación de basura. Después de usar los sanitarios, todo el personal se lavará las manos y las secará en el equipo de aire, el papel usado lo depositará en los recipientes para basura. No se depositará ropa ni objetos personales en las zonas de producción. Cada trabajador contará con un casillero para guardar sus pertenencias. Los drenajes tendrán trampas contra olores y rejillas para evitar la entrada de plagas.

Los focos y/o lámparas que estén suspendidas sobre las materias en cualquiera de las fases de producción estarán protegidas para evitar la contaminación de los productos en caso de rotura.

Los sistemas de ventilación deben proporcionar el oxígeno suficiente, evitar el calor excesivo, la condensación de vapor, el polvo, y eliminar el aire contaminado, además, no deben ser fuente de contaminación al proceso por arrastre de partículas en el aire.

Los recipientes para basura deberán estar tapados e identificados, y la basura se removerá por lo menos dos veces al día por el personal de limpieza. Cuando se realicen tareas de mantenimiento en alguna área de producción, ésta se aislará para evitar contaminación.

Todos los instrumentos de control de proceso (medidores de tiempo, temperatura, humedad, flujo o peso) deberán estar en buenas condiciones de uso para evitar desviaciones de los patrones de operación.

Al lubricar el equipo se tomarán precauciones para evitar contaminación de los productos que se procesan.

El equipo con partes móviles que requiera lubricación, será diseñado de tal forma que evite la contaminación de los productos.

Los equipos serán instalados en forma tal que el espacio entre la pared, el cielo raso y el piso, permita su limpieza.

Las bombas serán colocadas sobre una base que no dificulte la limpieza y el mantenimiento.

Las partes externas de los equipos que no entran en contacto con los productos, deben estar limpias, sin muestras de derrames.

Los equipos no tendrán tornillos, tuercas, remaches o partes móviles que puedan caer accidentalmente al producto.

En las operaciones de mantenimiento o respiración, el encargado del área notificará al supervisor de producción para que, cuando el equipo sea corregido, se limpie y sanitice, previo a su uso en producción.

La soldadura será limpia y lisa y no debe contener aglomeraciones o remolinos que puedan atrapar partículas alimenticias. Las soldaduras serán continuas. Una soldadura no continua deja huecos abiertos en la costura dentro de los cuales el alimento queda retenido y no es fácil de limpiar. Se requiere que las uniones soldadas sean sin costuras.

Los equipos deben ser fácilmente desarmables para su limpieza. Los materiales de empaque, eventualmente se deterioran y pueden causar problemas, por lo que serán revisados semanalmente por el área de producción.

El equipo no será pintado en superficies que estén en contacto con el producto, ya que la pintura se desgasta, descarapela y cae al producto.

La porción exterior del equipo no debe ser pintada si es anticorrosiva e inoxidable. Todo el equipo para el manejo del producto debe ser de fácil limpieza e inspeccionado constantemente durante el turno.

Las materias primas serán inspeccionadas antes de llevarlas a la línea de producción y, en caso necesario, se efectuarán pruebas de laboratorio. En la elaboración de productos sólo deberán utilizarse materias primas o ingredientes limpios y en buenas condiciones.

El departamento de control de calidad aprobará todas las materias primas y material de empaque antes de ser usados en producción.

Las materias primas almacenadas en el establecimiento se mantendrán en condiciones adecuadas, y se efectuará una rotación de la existencia de las mismas.

Los materiales de empaque y recipientes de éstas serán depositados en el área asignada para su reciclaje o confinamiento final. Las materias primas que evidentemente no sean aptas, serán separadas y eliminadas del lugar, a fin de evitar mal uso, contaminaciones y adulteraciones.

El personal seguirá los procedimientos dados en los manuales de operación como son: orden de adición de componentes, tiempos de mezclado, agitación y otros parámetros de proceso.

Las zonas del proceso, envase y almacenes deberán estar limpias y libres de materiales extraños al proceso. No debe haber tránsito de personal o materiales que no correspondan a las mismas.

Todos los productos en proceso que se encuentren en tambores estarán tapados y las bolsas deberán tener cierre sanitario para evitar su posible contaminación por el ambiente.

Se evitará la contaminación con materiales extraños (polvo, agua, grasas) que vengan adheridos a los empaques de los insumos que entran a las áreas de manufactura.

Todos los insumos, en cualquier etapa del proceso, estarán identificados en cuanto al contenido.

En el proceso no se utilizarán frascos de vidrio para la toma de muestras. En el área de envase, las estructuras y accesorios elevados serán de fácil limpieza, y se evitará la acumulación de suciedad y la formación de mohos e incrustaciones.

Se evitará la contaminación del producto por contacto directo o indirecto con material que se encuentre en otra fase del proceso.

Todo el equipo que haya estado en contacto con materias primas o material contaminado se limpiará cuidadosamente, en caso de ser nuevamente utilizado.

No se permite el almacenamiento de materias primas, ingredientes, material de empaque o productos terminados, directamente sobre el piso, se deben almacenar sobre tarimas.

Todos los vehículos deben ser inspeccionados antes de cargar los productos con el fin de asegurarse que se encuentren en buenas condiciones sanitarias.

Los productos no deben ser transportados con otros productos que ofrezcan riesgos de contaminación o generen malos olores.

Las cargas se estiban ajustadas para evitar golpes entre sí, o contra las paredes del vehículo transportador.

Los productos se transportarán protegidos contra la lluvia.

El departamento de control de calidad tomará muestras representativas de la producción para determinar la inocuidad y calidad del producto y anexará a los resultados el método de prueba utilizado y su referencia documental. Además debe contar con especificaciones microbiológicas, físicas y químicas, las cuales deben incluir los métodos de tomas de muestras, metodología analítica y límites para la aceptación.

El departamento de control de calidad certificará que:

- Las órdenes de producción contengan la información completa.
- Se tengan registros completos con los datos del proceso, de las materias primas y del producto terminado.
- Se lleve una bitácora con las desviaciones de proceso cuando sucedan.
- Se lleve una bitácora con la información de la evaluación.

Todas las áreas de la planta se mantendrán libres de insectos, roedores, pájaros u otros animales.

El edificio deberá contar con protecciones para evitar la entrada de plagas y se les dará mantenimiento preventivo o correctivo, según sea el caso.

Todos los sistemas de control de plagas serán aprobados por el departamento de calidad y seguridad e higiene.

Se impedirá la entrada de animales domésticos en las áreas de producción, de envase, almacenes de producto terminado y de materia prima.

Para impedir la contaminación de los productos, todo el equipo y utensilios se limpiarán con la frecuencia necesaria y se desinfectarán siempre que las circunstancias así lo exijan.

La limpieza se efectuará de acuerdo a los siguientes puntos:

- Pre-enjuague con agua tibia de 45°C.
- Aplicación de un agente limpiador a temperatura adecuada para su óptimo efecto

- Enjuague con agua caliente
- Efectúe la sanitización

El equipo que se lavó se secará usando un material absorbente, mismo que no podrá ser reutilizado. En el equipo que no pueda desmontarse, se proveerá un sistema adecuado de desagüe. Si el equipo no se pudo secar, se desinfectará antes de volverse a usar.

Los utensilios y equipos se deben limpiar y sanitizar antes de su uso y después de cada interrupción de trabajo. Los equipos y utensilios limpios y sanitizados se protegerán de recontaminación cuando se almacenen o no estén en uso.

Todos los detergentes sanitizantes en uso serán previamente aprobados por el departamento de aseguramiento de calidad y el departamento de seguridad e higiene.

Responsabilidades

Es responsabilidad del gerente de producción:

- Respetar y hacer respetar este procedimiento
- Coordinar con las áreas de control de calidad, seguridad y servicios al personal.
- Implementar programas de capacitación y entrenamiento en materia de buenas prácticas de manufactura.
- Seguridad, salud y control ambiental para el personal de nuevo ingreso, operativo y supervisores.
- Facilitar los medios, humanos y materiales, para el desarrollo de los programas de capacitación y entrenamiento.
- Implementar y efectuar un programa de limpieza continuo de las áreas operativas, equipos y herramientas que satisfagan los requerimientos de sanitización,
- Aplicar los métodos de conservación y los controles necesarios para la protección contra la contaminación del producto o la aparición de un ries-

go para la salud pública.

- Efectuar registro de los controles realizados, primordialmente de los puntos críticos.

Es responsabilidad del departamento de control de calidad:

- Efectuar y coordinar los programas de fumigación para el control de plagas.
- Elaborar y aplicar un programa sistematizado de calidad de los productos.
- Generar el control sanitario de los productos elaborados y rechazar todo producto que resulte contaminado, adulterado o alterado.
- Tomar las muestras necesarias para verificar la calidad del producto.
- En coordinación con la gerencia de producción y el departamento de seguridad, servicios al personal, elaborar el programa de capacitación y entrenamiento en materia de buenas prácticas de manufactura, seguridad, salud y control ambiental para el personal de nuevo ingreso, operativo y supervisores.

Es responsabilidad de los supervisores de producción:

- Mantener limpias y libres de materiales extraños el proceso y las zonas de producción.
- Limpiar y sanitizar cuidadosamente todo el equipo que haya estado en contacto con materias primas o material contaminado, antes de ser nuevamente utilizado.
- Consultar al área de aseguramiento de calidad, para las evaluaciones que se consideren necesarias.
- Retirar productos y materiales inútiles, obsoletos o fuera de especificaciones, a fin de facilitar la limpieza y eliminar posibles focos de contaminación.
- Mantener, siempre, los pasillos libres de cualquier obstáculo que impida la fácil circulación.

- Cumplir y hacer cumplir al personal a su cargo, todas las normas y procedimientos de las buenas prácticas de manufactura, seguridad, control ambiental y las adicionales que dicte la empresa.

- Proporcionar entrenamiento al personal a su cargo en materia de buenas prácticas de manufactura de acuerdo al programa establecido por la gerencia de producción, el área de seguridad e higiene y servicios al personal.

- Asegurar en su turno, la existencia de cubre-bocas, cubre-pelo y cubre-zapatos, estos dos últimos los enviará a la tintorería, de común acuerdo con el gerente de producción.

Es responsabilidad del área de mantenimiento:

- Aislar el área de producción donde efectuará reparaciones para evitar contaminación del producto.

- Efectuar programas de mantenimiento preventivo para evitar al máximo el deterioro de las instalaciones y equipos.

- Asegurarse que los instrumentos de control de proceso estén en buenas condiciones de uso para evitar desviaciones de los patrones de operación.

- Al lubricar el equipo, debe tomar precauciones para evitar contaminación de los productos.

- Respetar las normas y procedimientos de las buenas prácticas de manufactura, seguridad, control ambiental y las adicionales que dicte la empresa.

Es responsabilidad del servicio médico:

- Efectuar los exámenes médicos de ingreso y periódicos, éstos últimos se realizarán dos veces al año, en coordinación con el Instituto Mexicano del Seguro Social.

- Realizar los exámenes médicos, evaluando estudios clínicos, exámenes básicos, gabinetes radiológicos, audiometrías, expiometrías y agudeza visual.

- Registrar los resultados obtenidos en los expedientes personales. Establecer un programa de vigilancia epidemiológica por área y departamento.

- Buscar apoyo con las instituciones públicas para desarrollar en conjunto, una vez al año, programas de medicina preventiva, fomento a la salud e higiene y registros de las actividades realizadas.

Es responsabilidad del área de seguridad e higiene:

- Brindar apoyo al servicio médico para la realización de objetivos encaminados a la vigilancia epidemiológica, fomento a la salud e higiene.

- Establecer técnicas encaminadas a prevenir y eliminar riesgos físicos, químicos y biológicos mediante métodos de investigación, evaluación y control.

- Vigilar el cumplimiento y respeto de lo enunciado en el reglamento general de seguridad e higiene, incluyendo sus políticas.

- Efectuar programas y registros de capacitación y entrenamiento para el personal de nuevo ingreso, operativo y supervisores, en materia de buenas prácticas de manufactura, seguridad, higiene, salud y control ambiental, en coordinación con la gerencia de producción y el área de servicios al personal.

- Coordinar con el departamento de salud del estado, la impartición, en conjunto, de programas de capacitación en materia de buenas prácticas de higiene y sanidad.

Es responsabilidad del personal operativo:

- Cumplir y respetar el procedimiento de buenas prácticas de manufactura y normas que la empresa establezca.

- Participar en los programas de capacitación y entrenamiento.

- Asegurarse que conoce los procedimientos establecidos antes de iniciar labores, en caso contrario, preguntar a su supervisor.

Es responsabilidad del área de servicios al personal:

- Establecer los mecanismos de sanciones a las violaciones de este procedimiento.

- Apoyar y difundir los programas de capacitación y entrenamiento.

Capacitación y entrenamiento

La capacitación al personal será fuera de la jornada de trabajo, por medio de convenio de común acuerdo.

El entrenamiento al personal será dentro de la jornada de trabajo, por medio de coordinación entre el gerente de producción y sus supervisores. Las áreas de producción, mantenimiento, aseguramiento de calidad, seguridad e higiene y servicios al personal, son responsables de la derrama de conocimientos de este procedimiento a todos los trabajadores que estén involucrados, así como tener el registro respectivo.

Una copia de este procedimiento será entregada a cada uno de los trabajadores en el primer curso de capacitación, y firmarán de recibido.

A todos los trabajadores se les proporcionará capacitación y entrenamiento hasta asegurar su total conocimiento y aplicación de habilidades, por lo que se aplicarán exámenes al término de cada sesión.

Con la finalidad de apoyar este procedimiento, el área de seguridad colocará en la planta, así como en comedor y baños, letreros alusivos a higiene personal.

Procedimientos de Operación Estándar de Higiene y Sanidad (POESs)

Las buenas prácticas de higiene y sanidad ayudan a eliminar o controlar eficientemente la contaminación en los alimentos y bebidas y en todo aquello que entre en contacto con los mismos, la cual puede originarse de varias formas:

- Contaminación por microorganismos. Los microorganismos son pequeñas formas de vida que sólo se pueden ver a través del microscopio. Estos pueden ser bacterias, virus, parásitos y hongos. Las bacterias son la amenaza más grande para los alimentos sanos.

- Contaminación cruzada. Ocurre cuando partículas orgánicas e inorgánicas son transferidas a alimentos sanos por medio de las manos, equipo, utensilios y alimentos contaminados.

- Contaminación por sustancias químicas, tales como artículos de limpieza, lubricación u otros productos químicos que son absorbidos por los alimentos.
- Contaminación física: vidrio, metal, joyería, piedras, basura, etc.

La limpieza debe ser eficaz y constante para eliminar los residuos de producto y cualquier suciedad en general que constituya algún tipo de contaminación. Para un mejor efecto, el proceso de limpieza se debe complementar con el método de desinfección para eliminar los microorganismos que hayan quedado después de la limpieza; aunque se pueden realizar estos dos pasos en una sola etapa utilizando el desinfectante y detergente mezclados, se tienen mejores resultados cuando el proceso de limpieza y desinfección se hacen por separado.

Cada planta debe contar con un programa regular de limpieza y desinfección, el cual debe ser dirigido y supervisado por una persona responsable y realizado por personal capacitado.

Es muy importante además, la coordinación del departamento de control de calidad y producción para que dicha limpieza y desinfección se realice adecuadamente.

Los programas de limpieza y desinfección de la planta, equipo y utensilios son necesarios para mantener condiciones sanitarias en cada etapa del proceso, es por eso que las superficies que van a estar en contacto con los productos deben estar limpias y desinfectadas, evitando de esta forma que se acumulen microorganismos, materiales, sustancias y partículas extrañas. Si la superficie se deja húmeda y contiene los suficientes nutrientes (residuos de alimento), se favorecerá el crecimiento microbiano. El tipo de microorganismos que se desarrollen, así como la cantidad de éstos, dependerá de la temperatura ambiental. La limpieza es realizada con la finalidad de remover residuos de alimentos y bebidas en las superficies de los equipos y utensilios, al mismo tiempo, este proceso puede remover los microorganismos a través del cepillado de las superficies con detergentes y soluciones desinfectantes, lavado y enjuagado de éstos.

Durante el proceso hay ocasiones en las que es necesaria la limpieza de los equipos y utensilios, y que las superficies permanezcan húmedas. Aquí es importante determinar el tiempo en que estas superficies permanezcan húmedas y que en el proceso de limpieza, los niveles de microorganismos se reduzcan a niveles aceptables. También hay que considerar que las superficies limpias y desinfectadas pueden ser recontaminadas por contacto con otras superficies, materias primas, polvo, manejo, insectos, roedores... por lo que es importante proteger los equipos y utensilios. La limpieza implica eliminar la mugre visible, lo cual se puede hacer utilizando métodos físicos (restregando, utilizando fluidos turbulentos, etc.) y métodos químicos (detergentes, álcalis o ácidos) ya sea en combinación o por separado. El calor es un factor adicional importante en el uso de estos métodos.

Métodos de Limpieza

Las operaciones de limpieza consisten en cuatro pasos: preenjuagado, limpieza, enjuagado y sanitización. Estas operaciones son necesarias, independientemente del método de limpieza que se utilice.

Según sea el caso, se puede realizar la limpieza utilizando los siguientes métodos:

- **Limpieza manual.** Se utiliza para eliminar la suciedad, restregando con una solución detergente. Antes de restregar y para desprender la suciedad, se recomienda remojar en un recipiente aparte con soluciones de detergente, las piezas desmontables y los pequeños dispositivos de los equipos.

- **Limpieza “in situ”.** Es la limpieza del equipo, incluyendo las tuberías, con una solución de agua y detergente, sin desmontarlos.

El equipo debe contar con diseño adecuado para este fin. Para la limpieza eficaz de las tuberías se requiere una velocidad mínima de fluido de 1.5 metros por segundo, con flujo turbulento. Si esto no puede realizarse satisfactoriamente, se desmontan las piezas para limpiarlas e impedir la acumulación de suciedad. Al terminar dicha limpieza, se debe asegurar la no acumulación de residuos. Pulverización a baja presión y alto volumen. Apli-

cación de agua o una solución detergente en grandes volúmenes reducidos y alta presión de hasta 68 kg/cm² (100 libras por pulgada cuadrada). Pulverización a alta presión y bajo volumen. Aplicación de agua o una solución detergente en volúmenes reducidos y alta presión de hasta 68 kg/cm² (1000 libras por pulgada cuadrada.)

- **Limpieza a base de espuma.** Es la aplicación de un detergente en forma de espuma durante 15-20 minutos, que posteriormente se enjuaga con agua rociada.

Detergentes

Los detergentes son muy importantes en el proceso de limpieza, deben tener capacidad humectante y suficiente poder para eliminar la suciedad de las superficies, mantener los residuos en suspensión, no ser corrosivos a superficies metálicas, excelente acción emulsificante de la grasa, completa y rápida solubilidad, buena acción germicida, que no sea tóxico y que sea de bajo precio. Asimismo, deben tener buenas propiedades de enjuague para que se elimine fácilmente junto con los residuos de suciedad.

Existen muchos tipos de detergentes, por lo cual, el que se utilice debe ser adecuado para eliminar el tipo de suciedad resultante de la determinada elaboración de productos y se debe aplicar a la temperatura y concentración adecuada.

Detergentes alcalinos: Un indicador importante de la utilidad de estos detergentes es la alcalinidad activa. Una porción de la alcalinidad activa puede reaccionar para la saponificación de las grasas y, simultáneamente, otra porción puede reaccionar con los constituyentes ácidos de los productos, y neutralizarlos de tal forma que se mantenga la concentración de los iones hidrógeno (pH) de la solución a un nivel adecuado para la remoción efectiva de la suciedad y protección del equipo contra la corrosión.

Sosa cáustica: Se usa para remover la suciedad y saponificar la grasa. No se recomienda en el lavado de equipo y utensilios por su intensa corrosiva. Se considera peligroso para el personal de limpieza.

Sesquisilato de sodio: Se usa para remover gran cantidad de materia saponificada. Es muy efectivo cuando el agua tiene alto contenido de bicarbonato.

Fosfato trisódico: No debe usarse en solución muy caliente cuando haya que limpiar el aluminio o el estaño, ya que puede dañarlos. Después de su uso debe seguir un enjuague minucioso con agua.

Carbonato de sodio: No es un buen agente limpiador cuando se usa solo, su actividad germicida es muy limitada, forma escamas en las aguas duras.

Bicarbonato de sodio: Se usa en conjunto con los limpiadores fuertes por su actividad neutralizante o ajustadora de acidez.

Sesquicarbonato de sodio: Tiene excelente propiedad ablandadora del agua. No es muy irritante a la piel.

Detergentes ácidos: Son excelentes en la limpieza de tanques de almacenamiento, clarificadores, tanques de pesaje y otros equipos y utensilios, el uso de limpiadores ácidos alternados con soluciones alcalinas, logra la eliminación de olores indeseables y disminución de la cuenta microbiana.

Ácido glucónico: Corroe el estaño y el hierro menos que el ácido cítrico, tartárico y fosfórico.

Acido sulfónico: Actúa en la remoción de escamas en los tanques de almacenamiento, evaporadores, precalentadores, pasteurizadores y equipo similar.

Detergentes a base de polisfosfatos: Son los principales agentes limpiadores.

Pirofosfato terrasódico: Tiene la ventaja de ser más eficaz en condiciones de alta temperatura y alcalinidad, su disolución es lenta en agua fría.

Tripolifosfato y tetrafosfato de sodio: Muy soluble en agua caliente, muy efectivos en uso general.

Hexametafostato de sodio: Es muy caro, disminuye su efecto en presencia de agua dura, por lo que su uso es muy limitado.

Sanitización

La sanitización (reducción en el número de microorganismos) se requiere en las operaciones de las plantas de productos alimenticios, donde las superficies húmedas favorecen el crecimiento y proliferación de organismos. Los términos de desinfección y sanitización pueden ser utilizados como sinónimos. En algunas situaciones, la limpieza de la superficie de equipos y utensilios pueden ser una forma apropiada de remover microorganismos, sin embargo, el rápido crecimiento de bacterias en algunos productos alimenticios, requiere que las superficies del equipo se mantengan casi estériles durante el proceso con la finalidad de obtener un producto sano. La desinfección es eficaz en la reducción del número de microorganismos a un nivel que no perjudique la salud. Ningún procedimiento de desinfección puede dar resultados plenamente satisfactorios a menos que a su aplicación le preceda una limpieza completa.

Planeación de un programa de higiene y sanitización

Para el éxito en cualquier programa de sanitización es necesario que la gerencia general o de operaciones desarrolle una política en la cual se enfatice la producción de alimentos sanos y seguros. La política que se desarrolle debe ser conocida por todo el personal que opere o labore en la planta, independientemente de que esté, directa o indirectamente, involucrado en el proceso.

En segundo término, se requiere nombrar a un responsable del programa de sanitización. Generalmente, en las plantas pequeñas, éste puede ser la persona encargada de control de calidad o del área de producción, u otra persona que se asigne exclusivamente para este puesto. Es necesario que la persona encargada elabore un reporte diario de las condiciones de la planta antes, durante y después de finalizar las labores, dirigido a la gerencia responsable del programa.

Es necesario que la persona encargada de desarrollar el programa tenga conocimientos de microbiología, química, sanitización, o reciba entrenamiento para ocupar ese cargo. Se requiere también que esté en contacto con el personal para explicarles por qué y cómo se deben desarrollar las labores de limpieza y sanitización.

Las responsabilidades de la persona encargada de sanitización son:

- Desarrollar un plan completo de higiene y sanitización
- Asegurarse que este plan sea del conocimiento de todo el personal
- Mejorar el plan de sanitización en caso de requerirse
- Mantener informada a la gerencia de las mejoras realizadas con el plan
- Mantener documentadas todas las etapas del plan

Los trabajos específicos del trabajo de higiene y sanitización deben incluir:

- Supervisión de la higiene personal
- Eliminación de insectos y roedores de las instalaciones, así como sus alrededores
 - Mantener limpios el equipo y las instalaciones de la planta, incluyendo comedores y baños-vestidor
 - Supervisar la calidad del agua usada para el manejo de productos y operaciones de limpieza, así como el manejo de basura y desechos
 - Supervisar el manejo y almacenamiento de materias primas, aditivos, productos químicos para la limpieza, productos terminados
 - Tomar acciones correctiva en caso que el producto esté en peligro de contaminación
 - Organizar cursos de entrenamiento para todo el personal
 - Realizar inspecciones diarias, incluyendo inspecciones durante las operaciones de la planta y mantener informada, mediante un reporte, a la gerencia.
 - Participar en inspecciones generales, mensualmente, con la gerencia y tomar acciones correctivas en donde sea necesario.

El éxito del programa radica en la capacidad que tenga la persona encargada de comunicarse con los empleados y transmitirles la importancia de las operaciones de limpieza en los equipos y utensilios de trabajo. Esto ayuda a tener un ambiente más favorable para que los empleados se sientan responsables y comprometidos con las operaciones que les sean asignadas.

Período de limpieza y desinfección

Antes de iniciar las labores diarias de producción, el gerente de control de calidad hará una inspección general de la planta y equipos, ordenando que se enjuaguen, lo cual permitirá localizar cualquier área que haya permanecido sucia después de la limpieza nocturna.

Durante los intervalos y períodos de descanso, lavar y desinfectar todo el material y equipo cada vez que se utilice.

La frecuencia recomendable para efectuarse las operaciones completas de limpieza y desinfección es al menos dos veces al día, o más a menudo si es necesario.

El equipo y toda la planta deben quedar completamente limpios y desinfectados al terminar las labores diarias para no atraer a insectos, roedores y otros animales en busca de comida, así como evitar que las bacterias encuentren alimento que les permita crecer y reproducirse.

Se recomienda que los procedimientos de limpieza y desinfección sean establecidos por el departamento de control de calidad, y coordinarse con la gerencia de producción, los ingenieros de la planta y los fabricantes de detergentes y desinfectantes.

Los procedimientos de limpieza y desinfección deberán satisfacer las necesidades peculiares del proceso y del producto, y se registrarán por escrito en programas calendarizados que sirvan de guía a los empleados y a la administración. Cada planta debe contar con un calendario de limpieza y desinfección permanente con objeto de que estén debidamente limpias todas las áreas, el equipo y el material.

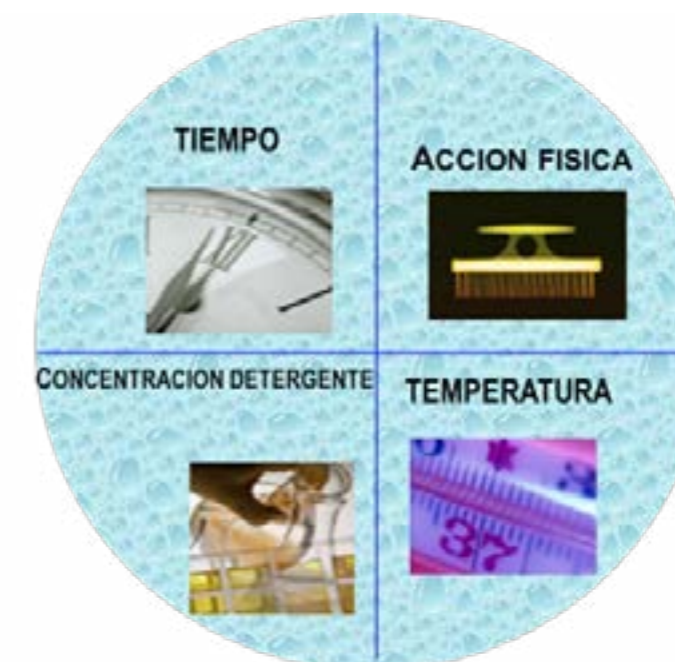
Limpeza y desinfección de áreas y equipo

La higienización de la planta física comprende:

1. La posibilidad de limpiar muros, pisos y techos, debido a la buena construcción, materiales pulidos y en buen estado de conservación
2. Desagües y tuberías apropiadas, existencia de coladeras en el piso donde sea necesario
3. Buena ventilación
4. Buena iluminación
5. Instalaciones adecuadas para el lavado de manos
6. Vestidores y guardarropas higiénicos, e instalaciones higiénicas de excusados
7. Desecho higiénico de la basura
8. Control de roedores e insectos
9. Área separada para almacenamiento de materiales y utensilios de limpieza
10. Limpieza regular y adecuada de las instalaciones.

Los pisos, techos y paredes, así como los equipos y utensilios que no han recibido la limpieza y desinfección adecuada, pueden provocar la contaminación cruzada. Esto significa que los microbios que se desarrollen en las superficies, equipos y utensilios, pueden pasar a otros alimentos. Al limpiar los pisos y paredes, deben usarse cepillos para las uniones y hendiduras, y utilizar una solución de cloro o yodo, ya que en estas hendiduras se acumula mugre que favorece el crecimiento de microbios. También los equipos y utensilios transmiten contaminación, por eso deben lavarse y desinfectarse después de cada uso.

Es importante generar procedimientos e instructivos de trabajo eficaces en el proceso de pre-limpieza, limpieza y sanidad como están descritos anteriormente. El TACT es un método eficaz para esto.



- Tiempo de contacto entre el detergente y la suciedad
- Acción física (energía suministrada al proceso)
- Concentración de detergente
- Temperatura de la solución de limpieza

4. Programa de pre-requisitos de HACCP

SISTEMA DE INOCUIDAD

Pre-requisitos estratégicos

- Involucramiento de la D.G.
- Estrategias y herramientas de calidad complementaria

Pre-requisitos operativos

- BPM's: Buenas Prácticas de Mantenimiento
- POE's: Procesos de operación

- Liderazgo y trabajo en equipo
 - Indicadores de desempeño a nivel supervisión
 - Control de calidad
 - Mantenimiento total productivo
 - Control estadístico de proceso
 - Procesos formales de compras
 - Control de inventarios
 - Buenas prácticas de almacenamiento
 - Procesos formales de R.H
- estándar de higiene y sanidad
 - PO's: Procedimiento de operación estándar de procesamiento
 - CPQ's: Control de productos químicos
 - CA's: Control de alergenos
 - CE's: Control de especificaciones
 - RASTREABILIDAD
 - CAPACITACIÓN

Los PRPs estratégicos van más asociados a la madurez organizacional de la empresa, donde es importante generar planes y programas estratégicos de implementación para cada uno de ellos.

La madurez organizacional de la empresa establece los mecanismos operativos que se requiere en la empresa, así como el nivel de involucramiento del dueño, director general y/o consejo de administración de la empresa.

Cada uno de los anteriores requiere un plan operativo que contemple lo siguiente:

Propósito del área

- Funciones y responsabilidades
- Procesos clave
- Interacciones entre áreas
- Indicadores e inductores de desempeño
- Mecanismos de control y evaluación de resultados.

En cuanto a los PRPs operativos es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Buenas prácticas de manufactura

Los elementos esenciales, incluyen el control de:

- Prácticas de higiene personal
- Lavado de manos
- Entrenamiento de empleados
- Prácticas de operación
- Almacenes, manejo de productos
- Control de vidrio
- Edificios, pisos, equipo y exteriores
- Control de plagas
- Inspecciones de BPM

Higiene y sanidad de la planta

- Es parte de las BPM
- Es un programa de pre-requisito esencial
- Los elementos esenciales incluyen:

Programa maestro de limpieza con los siguientes puntos:

- Registro de todas las actividades de limpieza
- Procedimiento o guía para cada equipo y área a limpiar
- Frecuencia de limpieza
- Equipo de seguridad necesario
- Tipo de detergentes y sanitizantes utilizados, concentración recomendada y el procedimiento de aplicación
- Persona responsable
- Auto-inspecciones

Control de químicos

Administra el riesgo de químicos aplicados intencionalmente, por ejemplo:

- Pesticidas, químicos de sanidad, aditivos de calderas, conservadores
- Elementos esenciales del control de químicos
- Cumplimiento de regulación y de uso y práctica
- Desecho adecuado
- Uso de pesticidas aprobados
- Inventario mensual
- Lista, por categoría, de todos los químicos
- Etiquetado/entrenamiento de uso
- Realizar inspecciones semanales y mantener actualizados los registros de químicos y pesticidas. Verificar los siguientes puntos:
 - Fecha en que se abrió el químico o se llenó el contenedor secundario
 - Áreas de tratamiento
 - Cantidad empleada
 - Método de aplicación
 - Hojas de seguridad
 - Etiquetas con datos del fabricante, primeros auxilios y números de emergencia
 - La concentración del químico deberá verificarse previo a su uso
 - Todos los recipientes primarios y secundarios deben tener su etiqueta del código SIMAR:

Flamabilidad	rojo
Salud	azul
Reactividad	amarillo
Especiales	blanco

Diseño del producto y especificaciones

Los elementos esenciales incluyen:

- Control de materias primas
- Muestreo crítico y certificado de calidad del proveedor para seguridad
- Diseño de producto

- Desarrollo de fórmula por investigación y desarrollo, seguida por operaciones
- La etiqueta del producto debe igualar la especificación
- Especificación y etiqueta desarrollados por investigación y desarrollo, el uso correcto de etiquetas es asegurada por operaciones.

Puntos que deben contener una especificación:

1. Nombre del producto
2. Descripción del producto
3. Documentación de cambios efectuados desde la formulación original
4. Aprobación de especificación
 - Director general
 - Gerencia de planta
 - Gerente de control de calidad
 - Gerente de investigación y desarrollo
5. Diagrama de flujo de proceso: descripción del proceso
6. Ingredientes del producto
7. Material de empaque y proceso
8. Información del embarque
9. Auditoría del producto terminado
 - Físico: dimensiones, frecuencia y lugar de la revisión de características del producto (en la línea, en empaque, etc.)
 - Producto (en la línea, en empaque, etc.)
 - Microbiología
 - Empaque
10. Resumen de seguridad del producto
 - Categoría de riesgo
 - Ingredientes sensitivos
 - Parámetro de análisis crítico (pH, Aw, etc.)

11. Instrucciones de la etiqueta (condiciones de almacenamiento o de transporte, etc.)

- Información de la etiqueta: nombre del producto, peso neto, código del lote de producción, declaración de ingredientes
- Producido por: (país de origen)
- Instrucciones de manejo (ficha técnica).

Control de proveedores

Incluye:

- Programa de aprobación de proveedores, el cual consiste en realizar una auditoría y verificar el control de ingredientes sensitivos, BPM/Sanitización, dispositivos de seguridad del producto, etc. Establecer un plan de acciones correctivas con fechas de cumplimiento y personal responsable.
- Requiere programa de HACCP.
- Oficina matriz requiere y revisa los resultados obtenidos en las auditorías.
- Adquisición de ingredientes solamente de proveedores aprobados.
- Obtener forma de garantía continua del proveedor.

Consideraciones para el control de proveedores

- ¿Qué es estatus de “aprobado”?
- ¿El programa de proveedores ha sido revisado y firmado?
- ¿Existe contaminación cruzada de alergenos en la operación del proveedor?
- ¿Cuál es el estatus de la especificación?
- ¿Se requiere certificado de análisis?
- ¿Fueron consideradas las auditorías previas?
- ¿Existe criterio de vida de anaquel asociado con el ingrediente?

Rastreabilidad y retiro del mercado

Incluye los siguientes elementos.-

- Procedimientos por escrito para la rastreabilidad de:

- Ingredientes
- Material de empaque
- Materiales en proceso
- Producto terminado
- Ingredientes reciclados
- Codificación/tarimas identificadas a ambos lados
- Meta:
- Localizar/identificar producto terminado en máximo 4 horas.

5. Sistema HACCP

El Análisis de Riesgos, Identificación y Control de Puntos Críticos (HACCP) surge en la década de los setenta como un método para controlar los alimentos que se usarían en los programas espaciales. La aplicación de este método debía garantizar la seguridad de los alimentos que consumirían los astronautas. El método lo desarrolla en Estados Unidos, la Corporación Pillsbury, la Armada Naval de los Estados Unidos y la Agencia Nacional Aeroespacial (NASA).

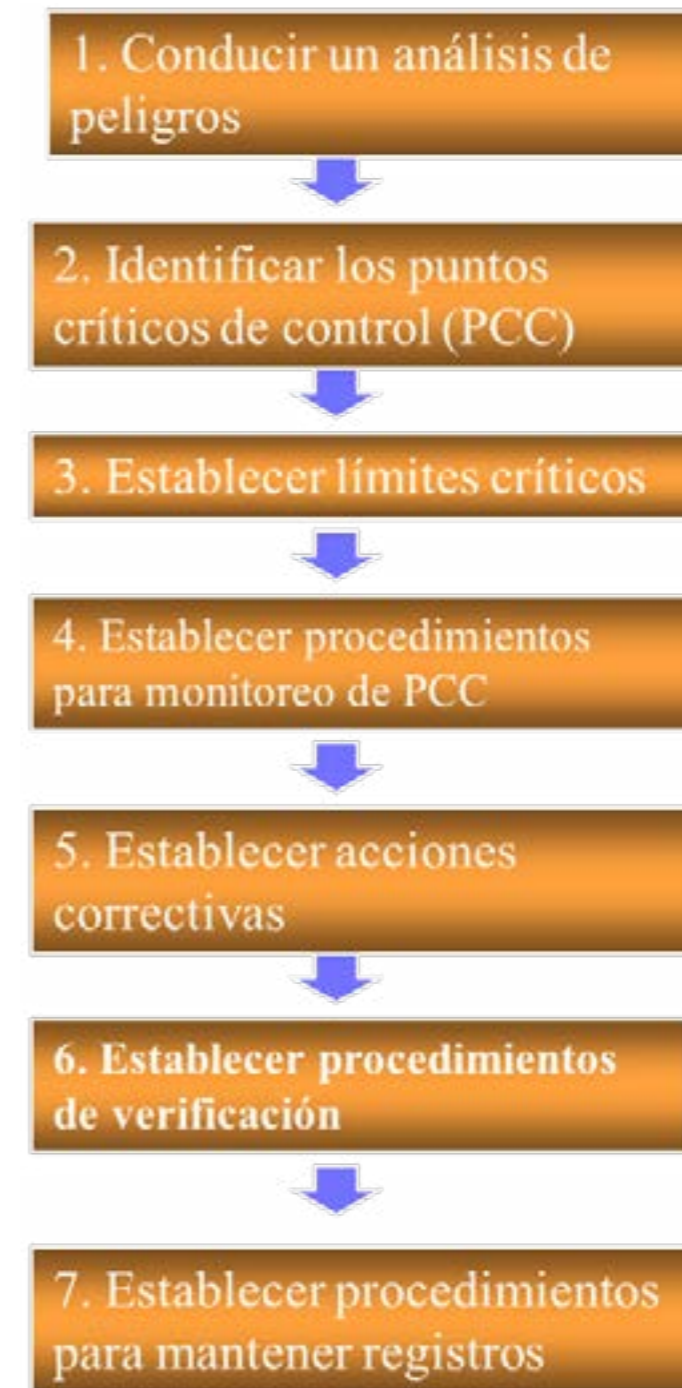
Su objetivo radicaba en establecer un método de control preventivo en lugar de los controles retrospectivos en los que los problemas se detectaban en los lugares acontecidos. Se presentó por primera vez en la Primera Conferencia Nacional de Protección de Alimentos de los Estados Unidos de Norteamérica, en 1971, con el nombre de “Hazard Analysis Critical Control Points” (HACCP) A partir de esa fecha este método lo adoptaron en todo el mundo grandes empresas de alimentos. Diversas organizaciones como la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos), la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la OPS (Organización Panamericana de la Salud), han recomendado su aplicación en la elaboración de alimentos.

Actividades pre HACCP



Es muy importante realizar estas actividades antes de diseñar un plan HACCP en la empresa, tal como lo recomienda el CODEX Alimentarius. El Codex Alimentarius ha aplicado este método en el código de prácticas para alimentos enlatados de baja acidez, así como en el código de prácticas de higiene para productos cárnicos elaborados con reses y aves en los Estados Unidos de América. El método proporciona una metodología que se enfoca hacia el modo en cómo deben evitarse o reducirse los peligros asociados a la producción de alimentos. En este método es necesario realizar una evaluación cuidadosa de todos los factores externos que intervienen en el proceso de un alimento, desde los ingredientes o materia prima, hasta el producto terminado, incluyendo la elaboración, distribución y consumo. En todo el proceso se determinan operaciones que deben mantenerse bajo estricto control para asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones microbiológicas y fisicoquímicas que le han sido establecidas. Cada una de estas operaciones, que deben mantenerse bajo control, se

designan como punto crítico de control para diferenciarlas de las demás operaciones en donde se requiere de un control estricto. Este método debe ser desarrollado para cada alimento y para cada producto individual, ya que las condiciones de proceso y distribución son diferentes para cada producto. Se basa en 7 principios:



El análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos proporciona 7 principios que son la base en la cual puede apoyarse el procesador de alimentos para aplicar este método de control de calidad. Cada principio de una etapa está dirigida hacia la obtención de productos de calidad e inocuidad. El análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos debe realizarse por separado para cada producto que se elabore en la empresa. La aplicación de este método de control de calidad requiere de la participación de personal especializado en alimentos, así como de todo aquél que conoce el producto, su proceso y su distribución. A continuación se explica cada principio:

Principio No.1

Identificar los riesgos o peligros

Un riesgo o peligro es la probabilidad que existe de que se desarrolle cualquier propiedad biológica, química o física inaceptable para la salud del consumidor que influya en la seguridad o en la alteración del alimento.

En este principio se recomienda elaborar una lista de las operaciones en el proceso donde se presenten riesgos significativos. Deben analizarse todas las operaciones del proceso del alimento para determinar los riesgos que puedan presentarse. En esta etapa se persiguen diversos objetivos:

1. Identificar las materias primas y los alimentos que pudieran contener sustancias tóxicas, microorganismos patógenos o un número elevado de microorganismos que causen deterioro en el alimento, además de las condiciones que permitan la multiplicación de microorganismos en la materia prima del producto terminado;
2. Identificar, en cada operación o etapa del proceso del alimento, las fuentes y los puntos específicos de contaminación;
3. Determinar la posibilidad que tienen los microorganismos de sobrevivir o multiplicarse durante la recepción de materia prima, el proceso, la distri-

bución y el almacenamiento previo al consumo del alimento; y
4. Evaluar los riesgos y la gravedad de los peligros identificados.

Para la identificación de los riesgos debe tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- Si el producto contiene ingredientes que sirvan como vehículo de riesgos (principalmente riesgos microbiológicos)
- Si existe o no una operación del proceso donde se elimine o disminuya el riesgo, por ejemplo: tratamiento térmico, secado, etc.
- Si puede existir una contaminación del producto antes de que sea envasado
- A qué segmento de la población será dirigido el producto
- Si puede existir un abuso en la utilización o manejo del producto por el consumidor.

Principio No. 2

Determinar los puntos críticos del control

Un punto crítico del control es cualquier operación en el proceso donde la pérdida del control puede resultar en un riesgo para la salud. La información obtenida por el análisis de riesgos, indicado en el principio 1, debe ser utilizada para identificar cuál o cuáles operaciones del proceso son puntos críticos de control, determinados en cada riesgo identificado. Pueden ser localizados en cualquier operación del proceso donde exista la necesidad de controlar un riesgo o peligro. En algunos procesos, una sola operación considerada como un punto crítico de control puede ser utilizada para eliminar uno o más de los peligros microbiológicos, por ejemplo, la pasteurización de la leche. Son característicos de cada proceso y no puede aplicarse en otros diferentes, ni siquiera al mismo cuando es aplicado en condiciones diferentes.

La Comisión Internacional para Especificaciones Microbiológicas de Alimentos (ICMSF) recomendó en 1988 que fuesen establecidos 2 tipos de puntos críticos de control: PUNTO CRÍTICO DE CONTROL 1 (PCC1) donde se efectúa un control completo de un riesgo y, por lo tanto, se elimina el riesgo que existe en esa etapa en particular, por ejemplo, los procesos de pasteurización y esterilización comercial. PUNTO CRÍTICO DE CONTROL 2 (PCC2) donde se lleva a cabo un control parcial, por lo que sólo es posible reducir la magnitud del riesgo, por ejemplo, en el lavado de materia prima. La identificación de los puntos críticos de control requiere de un cuidadoso análisis; los peligros pueden identificarse en muchas operaciones del proceso, sin embargo, debe darse prioridad a aquéllos en los que, si no existe un control, la salud del consumidor puede verse afectada; teniendo esto presente, su determinación se simplifica. Pueden existir operaciones en las cuales el control es necesario, aunque no se trate de puntos críticos de control, dado el reducido nivel de riesgo o peligro de que se presente.

Estos puntos necesitan ser controlados y vigilados menos vigorosamente. Si un peligro o riesgo se puede prevenir o controlar en varias operaciones, debe decidirse cuál es la más importante, de la misma forma que si se encuentran varios riesgos que deben prevenirse o controlarse, es preciso comenzar por los más importantes. Los procedimientos de limpieza y sanitización han sido incluidos recientemente como puntos críticos de control en los programas de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos; éste es un buen ejemplo de la flexibilidad del método para adaptarse a las necesidades particulares de una empresa. Existen diversas metodologías para facilitar la identificación de un punto crítico de control, una de éstas es la utilización de los árboles de decisión.

Principio No. 3

Establecer especificaciones para las medidas preventivas asociadas con cada punto crítico de control identificado

En este principio es necesario establecer especificaciones para cada punto crítico de control. Las especificaciones que se establezcan pueden ser de temperatura, tiempo, dimensiones físicas, humedad, actividad acuosa (A_w), pH, acidez titulable, concentración de sal, concentración de cloro, concentración de conservadores, viscosidad, además de características sensoriales de textura, aroma o apariencia visual, etc., y pueden obtenerse de normas oficiales, literatura especializada, estudios y datos experimentales. Asimismo, deberán estar correctamente fundamentadas para evitar la pérdida de control en las operaciones que afectan la seguridad del producto.

Ejemplos de especificaciones incluyen:

Químicas: Especificaciones de pH del producto. Máximo nivel tolerable de residuos de antibióticos.

Físicas: Especificaciones de tiempo y temperatura para la pasteurización, para la esterilización comercial, etc. El tamaño mínimo de las partículas metálicas detestables.

Biológicas: Especificaciones microbiológicas para determinados microorganismos.

Principio No. 4

Establecer el monitoreo de cada punto crítico de control.

El monitoreo es un secuencia planeada de observaciones o mediciones para establecer si un Punto Crítico de Control está bajo control, además de que al registrarse tendrá un uso futuro en la verificación.

El monitoreo cumple 3 propósitos:

1. Es esencial para asegurar que los riesgos son controlados y garantizar la seguridad de un alimento en todas las operaciones del proceso. Si cuando se efectúa el monitoreo hay indicios de una posible desviación por la pérdida

de control, puede tomarse la decisión que conduzca a una operación que ponga nuevamente bajo control antes de que la desviación ocurra.

2. El monitoreo identifica cuándo es evidente una desviación en un punto crítico de control. Entonces debe ser tomada una acción correctiva.

3. El monitoreo provee documentación escrita que podrá usarse en la etapa de verificación del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos. Es necesario establecer un plan de monitoreo para cada punto crítico de control. Estas acciones de monitoreo pueden realizarse una vez en cada turno de trabajo, cada hora, o inclusive, de forma continua. El monitoreo incluye la observación, la medición y el registro de parámetros establecidos para el control. Los procedimientos seleccionados para monitorear deben permitir tomar medidas correctivas rápidamente. Cuando no es posible monitorear un producto crítico de control de manera continua, es necesario que el intervalo de monitoreo sea lo suficientemente real para indicar que el riesgo o peligro está bajo control.

Muchos de los procedimientos de monitoreo para los puntos críticos de control necesitan ser de fácil y rápida aplicación, ya que éstos deben reflejar las condiciones del proceso del alimento en la línea de producción. Deberá ser eficaz y capaz de detectar cualquier desviación, además de brindar esta información a tiempo para que puedan tomarse medidas correctivas. El uso de pruebas microbiológicas para el monitoreo de los puntos críticos de control no es frecuente, debido al tiempo requerido para obtener resultados; en muchos casos el monitoreo puede ser complementado a través del uso de pruebas físicas, químicas y sensoriales, así como las observaciones visuales. Los criterios microbiológicos son, sin embargo, un punto muy importante en la verificación en la que se está trabajando. Los análisis fisicoquímicos son más aceptados debido a que se efectúan rápidamente y pueden indicar las condiciones de control en el proceso del alimento.

Con ciertos alimentos o ingredientes no existe alternativa que sustituya la realización de las pruebas microbiológicas, sin embargo, es importante establecer que la frecuencia en la toma de muestras sea adecuada para la detección real de bajos niveles de microorganismos de alto riesgo, como los patógenos; esto no siempre es posible debido al tamaño de muestra que se necesita y a que, generalmente, no se toma una muestra representativa del total. Por esta razón, las pruebas microbiológicas tienen limitaciones en el método de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos, pero es posible establecerlas como una medida en la verificación de los puntos críticos de control.

Es muy importante establecer de antemano las acciones de monitoreo que se efectuarán en cada punto crítico de control, asignando quién y cómo los llevará a cabo, y exigir que todos los registros y documentos asociados con el monitoreo sean responsabilidad de la persona que lo realizó, de esto dependerán las medidas preventivas que puedan tomarse en un momento dado.

Principio No. 5

Establecer acciones correctivas que deban ser tomadas cuando el monitoreo indica que hay una desviación en un punto crítico de control.

Las acciones correctivas deben ser claramente definidas antes de llevarlas a cabo, y la responsabilidad de las acciones debe asignarse a una sola persona. Los planes establecidos para el monitoreo, así como las acciones correctivas deben ser útiles para:

1. Determinar el destino de un producto rechazado
2. Corregir la causa del rechazo para asegurar que el punto crítico de control está de nuevo bajo control, y
3. Mantener registros de las acciones correctivas que se tomaron cuando ocurrió una desviación del punto crítico de control.

Se propone hacer uso de hojas de control en las cuales se identifique cada punto crítico del control y se especifique la acción correctiva que se requiere tomar en caso de una desviación. Debido a la variedad en los puntos críticos de control para los diversos alimentos y por la diversidad de posibles desviaciones, los planes de las acciones correctivas específicas deben desarrollarse para cada punto crítico de control.

Únicamente el personal que tiene pleno conocimiento del producto, proceso del alimento y plan del análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos es el indicado para tomar acciones correctivas; éstas deben también registrarse en las hojas de control. La identificación de lotes que han sido sometidos a acciones correctivas llevadas a cabo para asegurar la calidad, deben ser asentadas en el procedimiento de registro creado para el plan de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos, y necesita permanecer archivado por un tiempo convenientemente establecido después de la fecha de caducidad o de la vida media esperada del producto.

Principio No.6

Establecer procedimientos de registro

En el proceso de un alimento siempre ha sido importante mantener registros del control de ingredientes, procesos y productos para que, en caso necesario, se tenga una herramienta de consulta. Estos registros también se utilizan para asegurar que un punto crítico de control se encuentra bajo control, es decir, que cumple con las especificaciones que se han establecido. El registro se hace aún más importante cuando las dependencias gubernamentales encargadas de la regulación sanitaria adoptan un método de control como es el análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos.

Es factible que, posteriormente, las verificaciones se enfoquen más en la revisión de los puntos críticos de control detectados por este método y menos en las inspecciones del producto final. El plan de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos y sus registros, deben estar en un archivo que deberá permanecer en las instalaciones asignadas por la empresa. Generalmente, los registros utilizados en el método incluyen lo siguiente:

1. Plan desarrollado para la aplicación del método de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos; y 2. Registros obtenidos durante la operación del plan.

Principio No.7

Establecer procedimientos para verificar que el método de ARICPC está funcionando correctamente.

La verificación debe aplicarse por quien elabora el producto para determinar que el método de análisis de riesgos, identificación y control de puntos críticos que se lleva a cabo está en concordancia con el plan diseñado. La verificación puede incluir la revisión de los registros de los análisis microbiológicos, químicos y físicos; puede usarse cuando este método de control se aplica por primera vez, así como parte de la revisión continua de un plan establecido con anterioridad.

Legislación de HACCP

En 1994 se propone en Estados Unidos la implementación obligatoria del programa HACCP para la industria cárnica (LEY).

HACCP se usa en Europa como requisito a las empresas productoras de alimentos a partir de enero de 1996.

Canadá opera bajo HACCP.NOM 251 SSA1 2009 en México.

Formatos del plan HACCP

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	
Nombre de la compañía	
Nombre del producto	
Descripción del producto	
Uso programado del producto	
Consumidor a quien se dirige el producto	
Tipo de empaque	
Lugar programado de venta	
Instrucciones en la etiqueta	
Método de distribución	

Hoja maestra de HACCP

Paso en el proceso	No. De PCC	Peligros significativos	Límites críticos	Acciones correctivas	Procedimientos de verificación	Procedimientos de mantenimiento de registros

FORMA: A

Análisis de peligros e identificación de pcc					
Paso en el proceso	Peligros presentes, introducidos, controlados, aumentados o reducidos en este paso	¿Es éste un peligro significativo?	Justificación de la decisión	Medidas de control que pueden aplicarse para controlar este peligro en éste o pasos posteriores	¿Es este paso un punto crítico de control? (PCC)
	Biológico: Químico: Físico:				
	Biológico: Químico: Físico:				
	Biológico: Químico: Físico:				

FORMA: B

Límites críticos, procedimientos de monitoreo, acciones correctivas

No. De PCC	Descripción del PCC	Límites críticos	Procedimientos de monitoreo				Acciones correctivas a tomar cuando el monitoreo indique que existe una desviación del límite crítico
			Qué	Cómo	Frecuencia	Quién	

FORMA: C

Verificación y mantenimiento de registros

Paso en el proceso No.de PCC	Actividades de verificación del PCC	Registros y procedimientos para mantener dichos registros

PRODUCTOS E INGREDIENTES USADOS EN EL PRODUCTO

Ingrediente primario	Ingredientes secundarios	
Saborizantes	Ingredientes controlados	Conservadores
Otros		

6. ISO 22000:2005 Sistema de gestión de inocuidad



Sistema de gestión de la inocuidad. La norma internacional ISO 22000 proporciona un marco de requisitos armonizados internacionalmente para el enfoque global. El 1º de septiembre de 2005 se aprobó la norma internacional. En el desarrollo de la norma han participado expertos de la industria alimentaria, representantes de organizaciones internacionales especializadas y en cooperación con la Comisión del Codex Alimentarius.

La ISO 22000:2005 es la primera norma de una familia que está compuesta además por: ISO/TS 22003–Requisitos para entidades que auditan y certifican sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. ISO/TS 22004–Guía para la aplicación de la ISO 22000:2005 Proporciona una guía que ayudará a las empresas de todo tamaño. ISO 22005.

-Trazabilidad en la cadena de alimentos. Un control adecuado en todas las etapas de la cadena alimentaria es esencial para evitar la aparición de cualquier peligro a la inocuidad. La inocuidad debe ser resultado de la responsabilidad conjunta de todos los actores de la cadena de alimentos, y exige un esfuerzo combinado. La ISO 22000 está diseñada para permitir que todo

tipo de organización que forma parte de la cadena de alimentos implemente un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria.

La ISO 22000 incorpora los principios de HACCP y cubre los requisitos de normas clave desarrolladas por asociaciones de venta al por menor globalmente en un sólo documento.

Gracias a la cooperación desarrollada entre ISO y la Comisión del Codex Alimentarius de FAO/OMS, esta norma facilitará la implementación de HACCP y los principios de higiene de los alimentos desarrollados por este último organismo. ISO 22000 es totalmente compatible con la ISO 9001:2000. Las empresas que ya estén certificadas según ISO 9001, un complemento es la ISO 15161 que es la adecuación para la industria alimentaria y de bebidas, y resultará fácil extender el alcance al sistema de gestión a la ISO 22000.

Estructura de la norma internacional ISO 22000:

Prólogo-Introducción

1. Alcance
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Sistema de gestión de la inocuidad alimentaria
5. Responsabilidad de la dirección
6. Gestión de recursos
7. Planificación y realización de productos seguros
8. Validación, verificación y mejora del sistema de inocuidad alimentario

Anexos

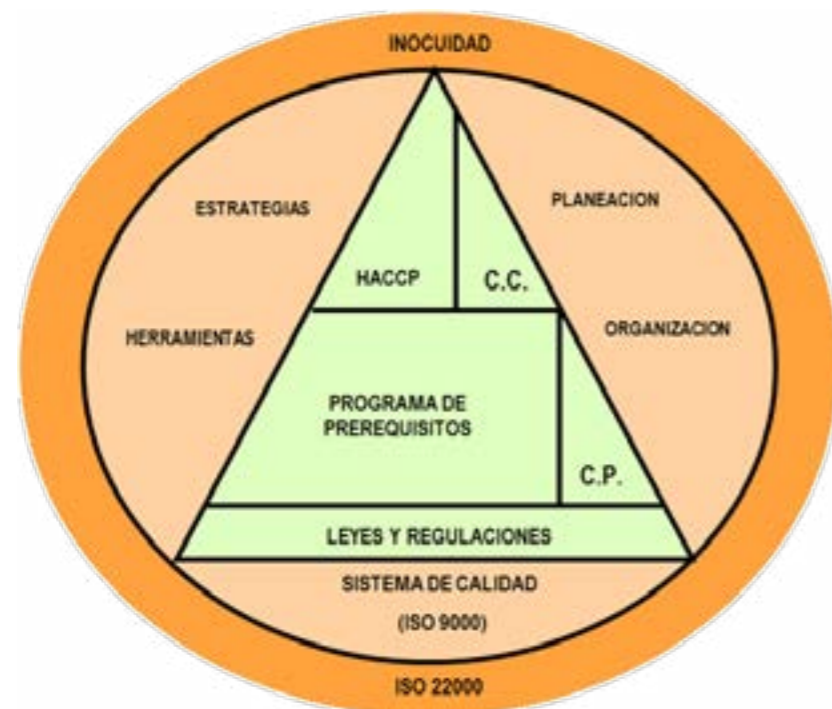
- A: (informativo) Correspondencia entre ISO 22000 e ISO 9001:2000
- B: (informativo) Correspondencia entre los principios y aplicación de los pasos del HACCP e ISO 22000
- C: (informativo) Referencias del Codex Alimentarius con ejemplos de medidas de control, incluyendo programas de prerequisites y guía para selección y uso.

7. Modelo organizacional



Es fundamental que sin importar el tamaño de la empresa, ésta genere un modelo empresarial donde considere los elementos expresados en el diseño de modelo organizacional, y de acuerdo a sus recursos, formalice su sistema de calidad e inocuidad que no pueden ir separados. Es por esto que la empresa tiene que analizar a qué nivel de la calidad se encuentra.

8. Certificación en sistemas de inocuidad



CC: Control de calidad y CP: Control de procesos

Es conveniente que las empresas del sector tequilero integren un modelo organizacional basado en el esquema anterior, donde en el triángulo está la base operativa del sistema de inocuidad y en el círculo los elementos organizacionales que debe integrar la empresa para poder recurrir a esquemas de certificación.



Para implementar un sistema de inocuidad, independientemente al esquema o modelo de certificación, la base es el sistema HACCP, para el cual, la madurez del control de calidad es fundamental (requisito obligatorio de acuerdo a la Ley Sobre Metrología y Normatividad 1992 rev. 2015, artículo 56), así como que los PRPs (Programa de prerequisites y control de procesos de conservación y procesamiento estén establecidos, implementados, mantenidos y documentados formalmente.

Finalmente, existen muchas estructuras y modelos de inocuidad que, dependiendo de los requerimientos del cliente, son considerados como modelo de inocuidad alimentaria, entre los más comunes están:

- BRC (British Retail Consortium)
- Norma AIB
- IFS (International Food Standard) norma para la realización de auditorías de productos alimenticios con marca del distribuidor.
- ISO 22000/TS 22002-3:2011 Sistema de Gestión de la Inocuidad de los alimentos.
- FDA, USDA y EPA: CFR20 y 21 Bioseguridad
- FSMA (Food Safety Modernization Act)
- SQ
- PAS 220
- FSSC 22000 Estándar global de inocuidad alimentaria Global GAP.

Glosario de términos

Acciones correctivas. Se refiere a los procedimientos que deben llevarse a cabo para minimizar un riesgo potencial que haya sido detectado. Adecuado. Suficiente para alcanzar el fin que persigue esta Guía.

Agroquímico. Es todo aquel producto químico que se usa como insumo en la producción agrícola, como son los fertilizantes y plaguicidas.

Agua potable. Se refiere al agua con cantidades mínimas de contaminantes que no representen efectos nocivos a la salud humana, conforme a la NOM-127-SSA1-1994.

Aguas Negras. Las que proceden de viviendas, poblaciones o zonas industriales y arrastra suciedad y materia orgánica.

Apropiado. Algo que es adecuado para el fin que se destina.

Buenas prácticas de manufactura. Se refiere a las prácticas generales para reducir los riesgos de contaminantes en los alimentos y bebidas, son utilizadas en las operaciones de producción y envasado hasta el almacenamiento y transporte.

Calidad. Aptitud para cumplir características inherentes.

Contaminación cruzada. Es la presencia, en un producto, de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables, procedentes de otros procesos de manufactura.

Contaminación: se considera contaminado el producto o materia prima que contenga microorganismos, hormonas bacteriostáticos, residuos de plaguicidas, partículas radioactivas, materia extraña, así como cualquier otra sustancia en cantidades que rebasen los límites permitidos por la Secretaría de Salud.

Contaminante. Cualquier agente biológico, químico o físico que se encuentra en el producto y que puede causar un daño a la salud humana.

Desinfección. Reducción, por medio de agentes químicos, del número de microorganismos presentes en alguna superficie a un nivel que no dé lugar a la contaminación del producto. Medios físicos o ambos, sin afectar la inocuidad del producto.

Desinfectante. Agente, por lo regular químico, capaz de matar o disminuir el número de microorganismos patógenos. Higiene. Todas las medidas necesarias para garantizar la sanidad e inocuidad de los productos en todas las fases del proceso de producción y comercialización, hasta su consumo.

Inocuidad de un alimento. Condición que hace que un producto alimenticio no cause daño a la salud humana.

Instalaciones sanitarias. Son las utilizadas para evacuar las heces fecales humanas, así como para lavarse las manos. Éstas pueden ser fijas o portátiles.

Limpieza. Conjunto de procedimientos que tiene por objeto, eliminar tierra, residuos de suciedad, polvo, grasa u otras materias no deseadas.

Microorganismo patógeno. Microorganismo capaz de causar alguna enfermedad.

Microorganismos. Son organismos vivos muy pequeños que sólo pueden ser vistos a través del microscopio, entre los que destacan: bacterias, virus, hongos y parásitos.

Plagas. Cualquier animal o insecto que pone en riesgo la salud humana, incluidos entre otros los pájaros, roedores, cucarachas, moscas y larvas que pueden transmitir microorganismos patógenos y contaminar los alimentos.

Plaguicidas. Es todo aquel producto químico que se utiliza para el control de plagas que afectan a un cultivo.

Productor. Persona responsable de la explotación agrícola o unidad de producción agrícola.

Rastreabilidad. Es la capacidad de conocer la procedencia de un determinado alimento.

Registros. Se refiere a los datos e información que se recopilan periódicamente y por escrito de las prácticas o procedimientos realizados.

Riesgo. Se refiere a cualquier factor, sea biológico, químico o físico, que puede causar daño a la salud humana.

Tóxico. Es aquel compuesto que puede ocasionar daños a la salud humana si es ingerido, causando alteraciones físicas, químicas o biológicas.

Trabajador. Cualquier persona que realiza trabajos de cultivo, cosecha o empaqueo de frutas y hortalizas.

Bibliografía

Análisis de riesgos y determinaciones de los puntos críticos de control de Texas A&M University Center. 1999 Publicaciones selectas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación CODEX alimentarius.

Regulaciones CFR de la normatividad de la Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos de Norteamérica. Regulaciones vigentes mexicanas de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Introducción a la comercialización de Tequila

Lic. Bertha González Nieves
CEO y co-fundadora de Tequila Casa Dragones

Contenido

1. La importancia de la comercialización	625
2. Objetivo	626
3. El mercado y el consumidor	627
1) Determinación del consumidor objetivo (target group).....	630
2) Marca y empaque	650
3) Distribución	633
4) Mercadotecnia y ventas	634
5) Determinación de presupuesto de marketing	634
4. Conclusiones	636
5. Perspectivas	637

1. La importancia de la comercialización

A lo largo de las últimas décadas, la industria tequilera del país se ha posicionado en el gusto mexicano y extranjero gracias a la transferencia generacional de conocimientos técnicos en su producción y a la creación de una identidad definida del producto.

Hoy día, el Tequila ocupa un lugar importante entre los destilados debido a su potencial de crecimiento a nivel mundial. Este logro es el resultado de la labor de varias décadas, durante las cuales se definió la imagen del Tequila como una bebida de características únicas, que la hacen destacar en las industrias de las bebidas destiladas y la gastronomía. Los consumidores reconocen la categoría, su sabor, las diferentes clases, y el valor que da contar con una Denominación de Origen.

En el presente tema se detallan los elementos primordiales para llevar a cabo una estrategia de comercialización basada en la categoría, el mercado, el nicho de consumidores, la presentación y la distribución; factores cuyo conocimiento y aplicación dan como resultado un correcto posicionamiento del Tequila en mercados locales, regionales e internacionales.

2. Objetivo

Presentar una fotografía rápida del proceso de comercialización con el propósito de asegurarnos que todo técnico tenga una idea de lo complejo que es y lo ligada que está con la producción de Tequila.

Es importante que todos los colaboradores de la industria tequilera tengan una idea de dicho proceso para continuar desarrollando productos que logren ser exitosos al comercializarlos.

Para explorar el tema de comercialización a fondo, se debe preparar un plan de negocio, para equipar a las nuevas generaciones con las herramientas necesarias para desarrollar estrategias de comercialización con viabilidad económica.

Cada una de las etapas presentadas en este ensayo tiene un costo que debe ser contemplado en el plan de negocio, y será fundamental para definir el capital que se necesita para comercializar un producto en el mercado objetivo durante los primeros y muy complejos años de operación.

El proceso de comercialización comprende de las siguientes áreas:

Imagen 1



3. El mercado y el consumidor

Para desarrollar una estrategia de comercialización es necesario definir el mercado objetivo, entenderlo y entender su potencial para proyectar un plan de negocio realista.

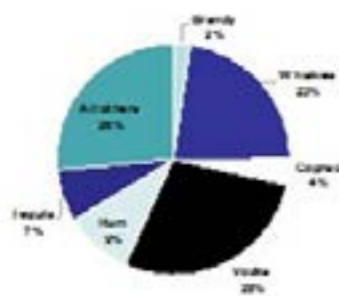
Para entender las características del mercado es importante saber cuál es el valor que tiene el Tequila en un mercado específico. Dicho valor se mide en términos de volumen del producto y valor económico.

Por ejemplo, según datos proporcionados en el 2016 por Nielsen e Iscam (una fuente con datos combinados de Nielsen e Iscam que representa 80% del mercado total), fuentes confiables de información para el mercado de bebidas alcohólicas, en 2016, en el mercado americano se vendieron alrededor de 215 millones de cajas de nueve litros, y en el mercado mexicano se vendieron alrededor de 18 millones de cajas (cada caja consta de doce botellas de 750 ml).

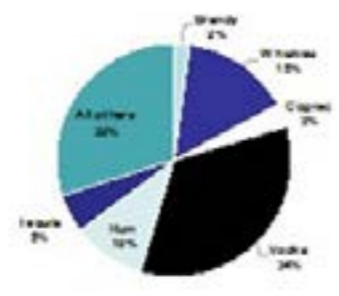
Imagen 2

Fuente: Nielsen 52 semanas terminando en ene. 2016 (EEUU)

Total Licores (Valor)
\$10.9MM Ventas al Menudeo

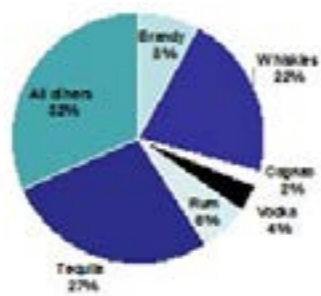


Total Licores (Volumen)
60M cajas 9l

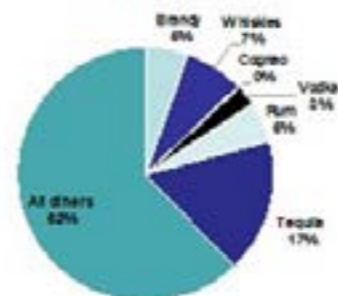


Fuente: ISCAM 52 semanas terminando en sept. 2015 (MX)

Total Licores & Vinos (Valor)
\$1.7MM Ventas al Menudeo



Total Licores & Vinos (Volumen)
22.5M cajas 9L



Fuente: Nielsen, 52 semanas terminando en ene. 2016 (EEUU)

En ese año el Tequila contaba con un 39% de participación del mercado en México, con un crecimiento de un 5.3% en volumen y 7% de participación en los EEUU, que representa 7.1 y 14.8 millones de cajas de 9 litros. La proyección de crecimiento confirmaba en ese momento que la categoría de Tequila en ese mercado iba en crecimiento, por lo que era un momento interesante para explorar dicho mercado.

Para desarrollar una estrategia de comercialización efectiva es necesario entender las características del mercado objetivo, respondiendo preguntas fundamentales como ¿qué tipo de bebidas alcohólicas se venden bien en el mercado? ¿qué es lo que las hace ser preferidas? ¿cómo le gusta al consumidor tomar el producto? ¿qué tipo de cocteles toman?

¿qué tan desarrollada está la categoría de Tequila en ese mercado? Para cualquier estrategia de comercialización resulta esencial conocer el tamaño del mercado y la tendencia del Tequila en el mismo.

Es importante entender en qué segmento del mercado se va a enfocar el producto, entender de qué tamaño es ese segmento de precio y qué características se necesitan para posicionar el producto en tal segmento.

Existen cinco categorías en la industria de bebidas: marcas populares, marcas premium, marcas superpremium, marcas ultrapremium y marcas de lujo. Hay que entender el potencial del segmento para afinar la estrategia de comercialización. ¿Qué es lo que el consumidor está buscando y qué es lo que está comprando y a qué precio?

Adams Liquor Handbook menciona que el segmento ultrapremium, que comprende precios de más de 35 dólares, creció un 31% entre 2007 y 2011. Hoy en día, este segmento representa 38% del mercado americano según Nielsen. Estos datos permiten concluir que el segmento tiene una participación muy alta, además de bastante perspectiva de crecimiento. Es importante tomar en cuenta este tipo de información para realizar una estrategia sólida de comercialización.

Determinación del consumidor objetivo (target group)

¿Quién es el consumidor objetivo? ¿Qué tipo de Tequila le gusta tomar (blanco, joven, reposado, añejo o extra añejo)? Es recomendable hacer estudios de grupo para entender cabalmente lo que busca el consumidor objetivo en un producto para lograr hacer una estrategia que esté basada en la realidad del consumidor. ¿Qué tipo de estilo de vida tiene y cuáles son sus comportamientos de consumo? ¿qué le gusta beber, cuándo y en dónde? ¿a dónde sale para comer y entretenerse?, ¿dónde vive? ¿qué películas le gustan, qué programas de televisión ve? ¿qué revistas lee?

¿Qué niveles de estudio tiene? ¿qué nivel socioeconómico tiene, cuántas noches a la semana sale, cuántas veces come fuera, que marcas le interesan en coches, ropa, etc.?

En la medida del presupuesto con que cuente la empresa se pueden usar las siguientes herramientas:

- a) Estudios de grupo (focus group)
- b) Visita de campo al lugar donde se encuentra el consumidor objetivo
- c) Entrevistas uno a uno con consumidores y con el trade (comercio)
- d) Estudios de grupo a través de la internet, utilizando herramientas como Survey Monkey (software para encuestas).

Es importante comunicarse con el consumidor durante el desarrollo del producto y darle seguimiento permanente a sus intereses para enfocar correctamente las estrategias y tácticas de la comercialización y venta.

Marca y empaque

Hoy en día existen múltiples marcas de Tequila registradas por distintas empresas. Uno de los retos para crear una, es verificar que no estén registradas y que tengan potencial. El primer criterio para elegir el nombre es que éste sea memorable en México pero que funcione en el extranjero.

Una marca exitosa en México tiene potencial para exportarse al extranjero, por lo que se debe tomar en cuenta un contexto internacional.

El registro de marcas es un proceso largo y complejo, tiene variaciones legales importantes en cada país. Es necesario conocer las limitantes y condiciones para solicitar el registro legal antes de iniciar el proceso de diseño de la misma y del envase. El trámite es oneroso y se recomienda recurrir a abogados expertos en marcas para el registro.

Otro punto primordial es la adquisición de los dominios de internet para poder proteger la marca y comunicarse claramente con el consumidor.

La marca, el envase y presentación del producto juegan un papel sustancial en una estrategia de comercialización.

El nombre del producto se basará en las siguientes características fundamentales:

- 1) De fácil pronunciación
- 2) Fácil de recordar
- 3) Que, tanto mujeres como hombres, se sientan cómodos pidiéndolo
- 4) Que dé personalidad al producto

En cuanto a la presentación hay diferentes estrategias, dependiendo del tipo de impacto que se quiera lograr.

En general podemos decir que existen dos tipos de envase: la botella genérica producida por la industria del vidrio y aquella diseñada específicamente para el producto. En el primer caso, se trata de una botella prefabricada, a la cual se le puede poner una etiqueta diseñada creativamente; en el segundo, se desarrolla un diseño del prototipo, se hace un molde, y se realiza en un proceso de producción artesanal o industrial muy específico.

A continuación se determinará qué imagen se le dará a la marca. Es importante considerar el logotipo y los elementos gráficos (color, tipografía, estilo) que la van a identificar. Asimismo, el diseño puede ser resultado del trabajo creativo de una agencia de diseño, de la aportación de un artista, o de labor artesanal. Lo principal es que el producto final tiene que ser original, debe ser reconocible y debe funcionar en cualquier lugar del mundo.

La función del diseño de la botella es comunicar la personalidad y exaltar las cualidades del producto. Es indispensable tomar en cuenta que la capacidad de volumen del envase y la información que aparece en la etiqueta debe respetar la norma legal de cada país, tanto para Tequilas destinados al mercado interno como para aquellos destinados a la exportación.

En México, el Sistema de Administración Tributaria (SAT) obliga a usar marbetes que tienen ciertos protocolos de colocación en el cuerpo de la botella. El incumplimiento a estas disposiciones de la Secretaría de Hacienda puede ocasionar la incautación del producto.

Estuche y corrugado

Se entiende por estuche la protección que acompaña a la botella o envase para su distribución o exhibición individual en puntos de venta, el cual puede realizarse con material natural (madera o fibras), acrílico o cartón industrial.

El estuche individual es un extra que da mayor presentación al envase y que puede servir para distinguir la categoría del Tequila. También puede ser un objeto que dé valor agregado al Tequila, si es producto de la creatividad de un artesano o artista.

Además, es necesario diseñar la caja de cartón corrugado para transportación con capacidad de 3, 6, 9 ó 12 botellas, la cual debe cumplir con las especificaciones técnicas en su diseño.

En todas las circunstancias es importante encontrar proveedores de botellas, estuches y cartón, establecidos y con experiencia para que el producto sea consistente con las características determinadas por la comercialización y las normas legales vigentes. También es muy importante que cuenten con políticas de protección al ambiente, ya que como productores tenemos una gran responsabilidad en ese tema. Asimismo, que puedan ofrecer la calidad, el precio y el servicio que se requiere para lograr comercializar un producto.

No es recomendable tomar riesgos en esta área, ya que el costo en tiempo y dinero puede ser fatal para un emprendedor.

Distribución

Una vez que se tiene una idea clara del segmento y tipo de Tequila que quiere lanzar, al igual que una idea de la imagen y marca, es importante definir la estrategia de distribución.

¿En qué país o estado se venderá la marca? ¿qué estructura de distribución hay en esa zona? Éstas varían de acuerdo a la región, ¿se utilizarán distribuidores locales? ¿se hará distribución “*on premise*” (restaurantes, bares y discotecas) y “*off premise*” (licorerías y autoservicios) o una mezcla de ambas? ¿qué permisos se requieren? ¿cómo se va a transportar y entregar el producto? ¿cómo se va a exportar y qué tipo de transportación se puede utilizar?

En algunos países la distribución puede efectuarla la misma empresa productora que hace llegar el producto a licorerías, supermercados, bares, restaurantes o discotecas. Sin embargo, en mercados grandes, es necesario contratar distribuidores regionales que se encarguen de realizar esa tarea. Por ejemplo, en los Estados Unidos, por ley el importador tiene que usar a un distribuidor para llegar al mercado, mientras que en México se puede hacer directamente.

Al seleccionar a un distribuidor hay que definir cuáles son sus fortalezas y debilidades para ser realistas en el manejo de la relación a largo plazo.

Una vez que se ha determinado la estructura del mercado y cómo llegar a él debe diseñarse una estrategia para lograr cerrar un contrato con el distribuidor adecuado para el producto. No basta con posicionar el producto dentro de un mercado, también hay que vender la marca al distribuidor para que éste acepte representarlo y comercializarlo. Esto se logra demostrando que el producto tiene éxito en el mercado y se consume en ciertos nichos, con ello se gana la confianza de los distribuidores y se construye una red de distribución confiable. Lo esencial es demostrar que el producto tiene éxito con el consumidor.

La distribución se encuentra estrechamente ligada a las ventas y a la mercadotecnia. Es necesario conocer, por lo menos hipotéticamente, cuáles son las opciones de distribución a mediano y largo plazo en el momento en que

se realiza el plan de marca y mercadeo. Es fundamental saber cuáles son las opciones ideales en las que se pretende distribuir el producto.

Mercadotecnia y ventas

Según Philip Kotler, considerado uno de los mayores especialistas en marketing, la mercadotecnia es el proceso social y administrativo por el cual los grupos e individuos satisfacen sus necesidades al crear e intercambiar productos y servicios. En términos generales, el marketing es el arte o ciencia de satisfacer las necesidades de los clientes y obtener utilidades a la vez.

Para diseñar las estrategias de mercadotecnia y ventas es necesario ampliar la perspectiva sobre el mundo de la industria licorera, sin perder de vista que el centro del mercadeo es el consumidor y el mercado.

Es necesario contar con un presupuesto de marketing que sea realista y sostenible a largo plazo. No se trata de hacer de todo para promover el producto, sino realizar un plan con objetivos claros y cumplirlos con eficiencia. Para decidir qué estrategia de mercadotecnia se va a emplear es necesario tener claro cuál es la esencia de la marca, cuál es su posicionamiento, y el perfil del consumidor. Esto nos permite planear cómo se va a transmitir la esencia de la marca en las diferentes áreas: publicidad, relaciones públicas, promociones, empaque y precio.

Determinación de presupuesto de marketing

Lo primero que hay que determinar es el presupuesto de gastos operativos, estimar costos básicos como la botella, el empaque y marbetes. A continuación, considerar nómina salarial, pago de obligaciones fiscales, gastos de representación legal, etc. Se debe realizar un plan de negocios claro y realista donde la inversión en mercadotecnia tendrá que ser financiada en los primeros años, a partir de ahí se estimará el monto que se puede invertir en la misma, y estos gastos se ajustarán al presupuesto real de costos de operación.

Es de suma importancia que el presupuesto sea realista y considere la can-

idad de mercados en los que se va a invertir. Hay que tener consistencia en las tácticas de promoción, ya sea en eventos, relaciones públicas, internet, publicidad y productos promocionales. El presupuesto debe basarse en las proyecciones del negocio.

Ventas

El programa de ventas debe estar determinado desde el plan general de negocio, mientras que la estrategia de ventas se apoya en los planes de marketing y los canales de distribución para llegar a los clientes y consumidores finales.

La venta del producto en el mercado es un tema que varía constantemente debido a que las empresas dedicadas a la distribución suelen modificar sus políticas comerciales, y es común que se fusionen entre sí para crear empresas cada vez mayores que afectan las redes de venta. Esto provoca cierta incertidumbre en los emprendedores, quienes, luego de concentrarse en los pasos anteriores, pueden llegar al ciclo de venta sin conocer a ciencia cierta qué distribuidores y qué políticas de venta han de seguir.

Las ventas están divididas en dos canales: on y off premise. De acuerdo al plan de marketing se puede hacer una combinación de ambas opciones para así llegar al nicho de mercado y acceder al consumidor con el perfil idóneo. La relación comercial con los canales de venta resulta determinante para el éxito del marketing, por lo cual, es conveniente hacer una evaluación constante de los clientes clave (*key accounts*) a fin de atenderlos con la prioridad que demanda el proceso de mercadeo.

Las cuentas clave son aquellas que por su perfil, volumen de ventas, o adecuación a los objetivos del marketing, ofrecen la situación idónea para la colocación del producto.

La logística de ventas se basa en un departamento especializado que cuenta con ejecutivos dedicados a responder a las necesidades de cada uno de los mercados en los que se pretende actuar.

Es fundamental llevar un control de inventario y de existencia en bodegas, pues esto va a influir decisivamente en tiempos de entrega, logística de

las entregas y el abasto del producto al consumidor final.

La política de ventas debe contemplar el establecimiento de incentivos para el distribuidor y los diferentes canales para enfocarlos en nuestro producto. Los incentivos generan una atención y dedicación del distribuidor para con el producto y la empresa.

El área de ventas requiere de un equipo con experiencia real en el tema y en el mercado objetivo. Es de suma importancia tomar esta área con seriedad para lograr implementar una estrategia exitosa.

El mundo de bebidas es un mundo de relaciones humanas muy fragmentadas. Sólo hay que pensar en el número de restaurantes que queremos nos compren nuestro producto y darnos cuenta que cada una de esas cuentas tiene un comprador diferente que decide qué va a comprar y a eso hay que agregarle el número de bares, discotecas, supermercados y licorerías en dicho mercado para darse cuenta de la complejidad del proceso de ventas. Esto es crucial para el éxito de un producto en cualquier lugar del mundo, incluyendo México.

Conclusiones

La comercialización del Tequila es un ciclo que tiene tanta importancia como la producción misma. Toda la gente involucrada en producción debe tener una visión completa del negocio para trabajar en equipo y estar consciente de los retos que tiene la comercialización.

El Tequila tiene un enorme potencial de crecimiento en los mercados nacionales e internacionales. Es necesario continuar apuntalando las estrategias exitosas de comercialización que lo llevaron a ocupar un lugar distintivo en la industria y así aumentar progresivamente su participación en los mercados domésticos y extranjeros.

Perspectivas

De acuerdo a las publicaciones más reconocidas del mundo de las bebidas alcohólicas (*Impact, Just Drinks*), las perspectivas de crecimiento de la categoría del Tequila son muy positivas. A nivel de comercialización, las grandes compañías transnacionales han invertido millones de dólares para adquirir marcas de Tequila con objeto de complementar sus portafolios. Dicha inversión muestra el compromiso que tienen de seguir invirtiendo en la categoría y en sus marcas de Tequila. Estas empresas son expertas en la comercialización de bebidas a nivel mundial, lo cual garantiza que pondrán recursos e inversión para explorar el potencial de sus marcas de Tequila en los principales mercados de bebidas a nivel mundial. Dicha inversión seguirá fortaleciendo nuestra Denominación de Origen y estableciendo al Tequila como bebida internacional. Esto presenta una gran oportunidad de crecimiento para la categoría y para todos los que estamos involucrados en ella.

Para poder seguir ofreciendo Tequilas que puedan competir en México y a nivel internacional con otras categorías, será de suma importancia que sigamos impulsando nuestra bebida, protegiendo la Denominación de Origen, cuidando la calidad de nuestros productos, innovando para seguir avanzando al ritmo del consumidor, así como desarrollando y atrayendo nuevo talento para la industria con programas de capacitación.

Las nuevas generaciones inyectarán el dinamismo necesario para seguir creciendo, aunado a los años de experiencia que existen en esta maravillosa industria.

Existe mucho potencial para explotarlo con profesionalismo, visión y dedicación.



Manual del Técnico Tequilero, Primera edición, enero 2019

D.R. © Consejo Regulador del Tequila ISBN: Guadalajara, Jalisco, México.