



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

PROPUESTA DE NORMA PARA LA CERVEZA EN MÉXICO

TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

GIOVANNA AGUILAR LAZCANO



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: MIGUEL ÁNGEL HIDALGO TORRES

VOCAL: AGUSTÍN REYO HERRERA

SECRETARIO: BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLÉN

1er. SUPLENTE: FRANCISCO RUIZ TERÁN

2° SUPLENTE: FABIOLA GONZÁLEZ OLGUÍN

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA, CONJUNTO “E”

ASESOR DEL TEMA:

QFB. BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLÉN

SUSTENTANTE:

GIOVANNA AGUILAR LAZCANO

ÍNDICE

I Introducción

II Objetivo

1. Cerveza

- 1.1 Materias primas
- 1.2 Composición de la cerveza
- 1.3 Proceso de elaboración
- 1.4 Producción de cerveza en México.
- 1.5 Clasificación general
- 1.6 Calidad de la cerveza
- 1.7 Defectos en las cervezas

2. Normatividad

- 2.1 Normatividad nacional
- 2.2 Normatividad internacional

3. Propuesta de Norma para la cerveza en México

- 3.1 Campo de aplicación y objetivo
- 3.2 Referencias
- 3.3 Definiciones
- 3.4 Disposiciones generales
 - 3.4.1 Clasificación de la cerveza
 - 3.4.2 Materias primas
 - 3.4.3 Proceso de elaboración
- 3.5 Especificaciones
 - 3.5.1 Especificaciones sensoriales
 - 3.5.2 Especificaciones microbiológicas
 - 3.5.3 Especificaciones fisicoquímicas
 - 3.5.4 Aditivos
- 3.6 Muestreo y métodos de prueba
- 3.7 Etiquetado
- 3.8 Envasado y embalaje
- 3.9 Concordancia con normas internacionales

III Conclusiones

IV Bibliografía

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Propuesta de Norma para la cerveza en México

I INTRODUCCIÓN

La cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico; no destilada; elaborada mediante la fermentación de cereales (en sentido amplio, cualquier cereal con o sin maltear; generalmente se utiliza malta de cebada), que puede incluir o no otras fuentes de carbohidratos, dicha fermentación es llevada a cabo mediante una levadura específica; es carbonatada como consecuencia de la misma y saborizada por la infusión de lúpulo.

La cerveza es una bebida milenaria, desde el apogeo de las civilizaciones egipcia y babilónica hace 4300 años de antigüedad donde se encontraron evidencias de la fermentación de cereales, aunque la cerveza se encuentra como elemento algunas ofrendas hechas a los dioses en casi todas las culturas; después, la cerveza pasó de Egipto a Europa, durante la civilización griega y más tarde la romana, con esto el dominio de esta bebida se convirtió en una cuestión de importancia para el mercado internacional.

Durante su expansión y predominio, Alemania ha influido mucho en fijar las características de la cerveza moderna, al punto en el que en 1516 fue promulgada la “Ley de la pureza” por el duque bávaro Guillermo IV, donde se restringen las materias primas aptas para la elaboración de cerveza a cebada malteada, agua, lúpulo y levadura; esta ley evolucionó hasta la introducción del uso de adjuntos (fuentes de carbohidratos diferentes a la malta de cebada), conservadores (dióxido de azufre) y otros aditivos.

En la actualidad, ha aumentado la necesidad de producir alimentos garantizando su seguridad, disponibilidad y la satisfacción del cliente, debido a esto, es importante que se establezca un marco legal que sirva de soporte a los fabricantes para ofrecer calidad en sus servicios y como apoyo a los comerciantes y a los consumidores para asegurar que estos últimos cumplan con sus expectativas.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Esto cobra una mayor importancia al mencionar que México es uno de los principales productores de cerveza a nivel internacional, con aproximadamente 81.5 millones de hectolitros al año.

Adicionalmente, la industria está en una etapa de crecimiento tanto a nivel nacional como internacional; el consumo de cerveza a nivel nacional es de 62 litros de cerveza por persona al año, mientras que en el mundo, el principal consumidor es la República Checa con 189 litros per cápita anual, seguido de Alemania con 131 litros, Inglaterra con 103, Estados Unidos con 85, España con 66 y Japón con 57.

La preferencia por el consumo de cerveza, se traduce en una importante contribución a la economía mexicana. En el 2011, la industria cervecera aportó aproximadamente 20,000 millones de dólares derivados de las ventas de sus productos y de los ingresos de las actividades empresariales que se le vinculan directamente.

Sus aportaciones económicas se extienden de modo significativo a todo el país cuando se vinculan al resto de las actividades, ya que demanda insumos del sector agrícola, industrial, comercial y de servicios.

Una legislación en cualquier género establece la voluntad del gobierno de proteger a sus poblaciones contra alimentos nocivos y adulterados. Esto se consigue mediante unas medidas apropiadas de control de los alimentos basadas en normas alimentarias bien definidas que comprendan la calidad e inocuidad de los alimentos y su presentación sin engaño al consumidor. Las medidas que adopten los gobiernos para reforzar estas actividades contribuirán considerablemente a satisfacer las exigencias de la seguridad alimentaria.

La responsabilidad básica de la industria cervecera es producir y comercializar productos inocuos y de buena calidad que se ponen a disposición del público; incumbe al gobierno asegurar el cumplimiento de los requisitos nacionales de calidad e inocuidad de los alimentos.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Dada la inexistencia de una norma específica para esta bebida y con el fin de proteger la salud pública, prevenir el fraude y el engaño del consumidor, se proponen una serie de requisitos de calidad e inocuidad que sirvan de soporte para los productores de cerveza en México.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

II Objetivo general

Analizar las diferentes normas internacionales aplicadas a la industria cervecera y proponer una serie de especificaciones basadas en dichas normas y en textos de carácter científico, donde se establezcan los requisitos mínimos de calidad e inocuidad que sean de utilidad para los productores de cerveza en México.

Objetivos particulares

Estudiar bibliografía relacionada con la cerveza, definición, clasificación, proceso de elaboración y parámetros de calidad, para proponer especificaciones del producto terminado.

Comparar normas internacionales aplicadas a la industria cervecera para proponer un medio de regulación para los productos de este sector, con el fin de proteger la salud pública, prevenir el fraude y el engaño del consumidor, evitar la adulteración de los alimentos y fomentar el comercio.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

1. Cerveza

Como ya se mencionó, la cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico, no destilada, elaborada mediante la fermentación de cereales (generalmente cebada), que puede o no incluir otras fuentes de carbohidratos, es carbonatada como consecuencia de dicha fermentación, que es realizada por una levadura específica y es saborizada por la infusión de lúpulo. (Monsalvo, 2010).

Las materias primas necesarias para la fabricación de cerveza son cuatro: malta de cebada, agua, levadura y lúpulo, también pueden contener adjuntos, esta composición le aporta características específicas que la diferencian del resto de bebidas y le confieren un especial interés nutritivo. (Sendra & Carbonell, 1999).

1.1 Materias primas

La cebada es el cereal del que parte la principal materia prima de la cerveza; la malta, su uso está basado en una serie de factores como que produce enzimas suficientes y las cáscaras ayudan a proteger el grano malteado y son útiles como coadyuvantes de filtración en etapas posteriores de la elaboración de cerveza. El malteado es la germinación controlada de la semilla, seguida por su desecación también controlada. El objetivo es producir alta actividad enzimática y el sabor característico, con la pérdida mínima de peso. El proceso de malteo se inicia con la limpieza rigurosa de la cebada, seguida de la maceración, que es el proceso en el que se pone el grano a remojo, tiene el objetivo fundamental de introducir agua dentro del grano (hasta 42-44% de humedad). Una vez terminada la maceración, se saca el grano del agua y se coloca en camas para su germinación, fisiológicamente, es el proceso por el cual empieza a tomar forma la nueva planta, ésta ocurre generalmente durante cuatro o cinco días, durante este tiempo, se hace atravesar una corriente de aire húmedo y se debe controlar la temperatura (a 12°C), el objetivo de esta etapa es conseguir la mínima cantidad de crecimiento que produzca el máximo rendimiento de malta de alta actividad enzimática. Terminada la germinación, la malta verde (no por el color, sino porque no ésta seca), tiene un 45% de humedad y se deseca para obtener un producto

Propuesta de Norma para la cerveza en México

conservable y desarrollar el sabor característico. El proceso de desecación y desarrollo del sabor se llama horneado. Durante la germinación se producen un gran número de enzimas, el problema reside en secar la malta de forma que se elimine el agua sin perjudicar el poder enzimático. Para proteger las enzimas se debe calentar a baja temperatura, después de reducir el contenido de humedad en la malta a un valor relativamente bajo, se puede elevar la temperatura, para conseguir la reacción de Maillard que produce en el producto su sabor característico. Comercialmente se elaboran también maltas especiales, con color muy oscuro; algunas de éstas se utilizan para conseguir las cervezas negras. Otras maltas se desecan para producir maltas claras que son estables. En general, hay una dependencia inversa entre actividad enzimática y el color y sabor de la malta. (Hough, 1990).

Como ya se mencionó, **la malta** es fuente de enzimas además, contiene almidón que son aprovechados por la levadura, a su vez contribuye de forma dominante al sabor y color de la cerveza final. Para que la levadura produzca CO₂ y etanol a partir de los cereales, el almidón ha de ser convertido en azúcares simples, mediante las enzimas de la malta. Las enzimas más importantes son las α y β -amilasas, para convertir el almidón en maltosa principalmente, también se producen azúcares como la sacarosa y la glucosa pero en bajas cantidades los cuales también son fermentables por la levadura; otras enzimas de importancia son las proteasas, β -glucosidasas, que contribuyen a mejorar las características sensoriales de la cerveza (cuerpo, por ejemplo). Los azúcares mayores que la maltosa, no son utilizados por la levadura, y por lo tanto terminan en la cerveza como tal, sin cambios en su estructura. La mayor parte de la cerveza del mundo, se produce con malta de cebada, pero existen excepciones como la cerveza de trigo. (Hoseney, 1991).

Los adjuntos son generalmente cualquier fuente de almidón o azúcares fermentables no propios de la malta de cebada, éstos se utilizan para reducir costos asociados con la materia prima (malta), para obtener cervezas con un mayor contenido alcohólico o para producir cervezas más dulces. La lista de

Propuesta de Norma para la cerveza en México

adjuntos potenciales es muy larga entre los cuales se incluyen granos sin maltear de maíz, cebada, almidón de trigo, jarabes de azúcares y sacarosa. Es requisito que los adjuntos tengan un bajo contenido de grasa (inferior al 1%), además no deben impartir sabor. (Hough, 1990).

Otros autores indican que la adición de adjuntos si imparte el sabor característico de dicha materia prima, sobre todo cuando son granos sin maltear. (Belitz, 1997).

El lúpulo de la cerveza es el fruto desecado de la planta perenne *Humulus lupulus*. El lúpulo tiene plantas macho y hembra separadas, y sólo la planta hembra produce el fruto. El lúpulo debe ser desecado a temperaturas relativamente bajas (<50°C) hasta un 12% de humedad, si no se desecan convenientemente, se oxida la mayor parte del aceite esencial y se polimeriza. El lúpulo tiene 3 componentes de interés para la fabricación de cerveza: los aceites esenciales, las resinas amargas y los taninos. El aceite del lúpulo es responsable del aroma y del sabor. Su composición es compleja, consistiendo de 70-80% de hidrocarburos terpenoides. Sin embargo, se cree que la mayor parte del sabor es debida a compuestos oxigenados, mezcla de aldehídos, cetonas, alcoholes y ácidos carboxílicos. El amargor característico del lúpulo, procede de las materias resinosas: humulona (α -ácidos) y lupulona (β -ácidos), durante la cocción del mosto, los α -ácidos se reorganizan o se isomerizan de modo que se generan iso- α -ácidos o isohumulonas, son mucho más amargos y mucho más solubles que los α -ácidos. Los β -ácidos tienden a oxidarse durante la ebullición, para dar una serie de derivados amargos y otros que no lo son. Los otros componentes importantes del lúpulo son los taninos condensados, que son polímeros de ciertas sustancias flavonoides. Los polímeros superiores producen pigmentos rojizos y pardos. Los polímeros de bajo peso molecular se unen a la proteína y ayudan a insolubilizarla, propiedad importante para el proceso de elaboración de la cerveza. (Hough, 1990; Hosenev, 1991).

El agua es de vital importancia en la elaboración de la cerveza, las sales del agua tienen un efecto pronunciado en el sabor. En general, las cervezas ligeras requieren agua blanda, mientras que la cerveza oscura, fuerte, requiere de agua

Propuesta de Norma para la cerveza en México

dura. Los iones calcio juegan un papel importante por su efecto estabilizador de la α -amilasa, ayudan a precipitar los fosfatos provenientes de la malta, lo cual reduce el pH del mosto y actúan activando otras enzimas que operan mejor a valores bajos de pH, como la β -amilasa y algunas peptidasas; así mismo las levaduras flocculan mejor en su presencia por lo que facilitan la clarificación del mosto y de la cerveza. (Hoseney, 1991).

Las levaduras son los microorganismos responsables de llevar a cabo la fermentación del mosto y su transformación en cerveza, las cepas más utilizadas en cervecería son del género *Saccharomyces* de distintas variedades, dependiendo el estilo de cerveza deseado (*S. pastorianus* o *S. cerevisiae*). Son características importantes para la industria el vigor con el que la levadura produzca alcohol, dióxido de carbono y los congenéricos (relativos al sabor de la cerveza); otro factor importante es la floculencia, propiedad que tiene la levadura de agregarse. Las diferencias existentes entre la estructura química de las capas exteriores de las células de levadura son las responsables de que algunas cepas flocculen en la superficie o en el fondo al finalizar el proceso fermentativo. (Hough, 1990; Hoseney, 1991).

Los componentes de la cerveza al final de la fermentación son hidratos de carbono no fermentados (dextrinas), minerales, vitaminas, ácidos, fenoles, alcoholes y dióxido de carbono; lo que le confiere sus propiedades nutricionales y sensoriales a la cerveza. (Piano et al, 2003).

1.2 Composición de la cerveza

Sendra y Cabonell (1999), clasifican los constituyentes de la cerveza en dos grupos: componentes volátiles y no volátiles. Los primeros son responsables del aroma de la cerveza. Los componentes volátiles son un grupo que comprende alcoholes, esterés, aldehídos, cetonas, ácidos orgánicos, compuestos azufrados, aminas, compuestos fenólicos volátiles y algunos hidrocarburos y lactonas.

Los compuestos no volátiles forman un grupo heterogéneo, incluye:

- Compuestos inorgánicos, que suelen alcanzar una concentración de 0.5 a 2 gramos por litro. Se descomponen en iones minerales que son un factor de importancia en el pH de la cerveza, lo cual da lugar a las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso. Algunos de ellos tienen influencia en el sabor, según Sandra y Carbonell (1999), los sulfatos dan sensación de sequedad, los carbonatos producen efectos muy variados en el sabor, el sodio tiene un efecto importante en el impacto global del sabor y otros minerales como el magnesio pueden conferir un sabor desagradable.
- Carbohidratos: las cervezas “típicas” contienen un 2.5 - 4% de carbohidratos, en forma de mono-, di-, trisacáridos, dextrinas y β -glucanos. El 75 - 80% de esta cantidad son dextrinas. Proceden de la degradación enzimática del almidón de la malta, y no sufren modificaciones durante la fermentación del mosto. Actúan como portadores de sabor, retienen el CO_2 , formado durante la fermentación y participan en la formación de la espuma. Los polímeros de β -glucanos que se originan en las paredes de las células del endospermo de la cebada son causa de gran preocupación en la industria cervecera. La cantidad y el peso molecular de los β -glucanos en la malta afectan a las viscosidades del mosto y la cerveza, así como la filtración en la cuba filtro y sobre tierra de diatomeas o por membranas. Los β -glucanos de la cebada también tienen que ver con la turbidez en cerveza. La precipitación o formación de geles de los polímeros de β -glucano puede ser propiciada por la concentración de etanol y la congelación o descongelación repetidas. El conocimiento de las propiedades y los

Propuesta de Norma para la cerveza en México

mecanismos de la degradación de los β -glucanos y de la agregación de éstos polímeros ayuda al cervecero a adoptar medidas preventivas y correctivas para minimizar las dificultades en el proceso relacionadas con los β -glucanos.

- Compuestos nitrogenados. Un litro de cerveza contiene entre un 1.9 y 6.3 gramos de compuestos nitrogenados, que incluyen aminoácidos, éptidos, polipéptidos, proteínas, ácidos nucleicos y sus productos de degradación. Los constituyentes nitrogenados de la cerveza pueden afectar al aroma, sabor, color, da lugar a enturbiamientos, estabilidad biológica de la cerveza, formación y estabilidad de la espuma.
- Compuestos fenólicos. la cerveza contiene entre 150 y 350 mg/L de compuestos fenólicos fiversos. Una fracción minoritaria es volátil y contribuye al aroma de la cerveza; pero el resto son polifenoles que influyen en el color, sabor y estabilidad coloidal de la cerveza. La polimerización de compuestos fenólicos con proteínas da lugar a complejos insolubles que pueden ocasionar enturbiamientos en la cerveza.
Los polifenoles son un grupo de antioxidantes naturales, se encuentran en la cáscara de la cebada malteada y en el lúpulo. Estos compuestos desempeñan un papel importante en el color, aroma y sabor así como en las propiedades nutricionales de la cerveza, que puede considerarse como un producto alimenticio con cierta capacidad antioxidante. (Piano et al, 2003).
- Alcohol etílico. Después del agua este es el componente más abundante en la cerveza. Su concentración depende del extracto inicial del mosto. Aunque existen con muy bajo contenido alcohólico (<0.5%) y otras de graduación similar a las de un vino común (~11%), la mayoría de las tablas de composición de cervezas dan valores próximos al 5%. (Sendra y Carbonell, 1999).
- Vitaminas. La cerveza contiene pequeñas cantidades de vitaminas del grupo B, como la tiamina, que actúa sobre el metabolismo de los glucidos; la riboflavina, que facilita la digestión; la niacina, que regula el nivel de

Propuesta de Norma para la cerveza en México

colestrol y azúcar en la sangre, mejora la respiración celular al contrivuir al transporte de oxígeno y ejerce una acción vasodilatadora sobre los capilares. (Cuadro 1). También esta presente en la cerveza la piridoxina, que interviene en la sintesis de transformación de aminoácidos y proteínas (Piano et al, 2003).

Cuadro 1. Vitaminas encontradas en la cerveza. (Sandra y Carbonell, 1999)

Vitamina	Concentración (µg/L)
Tiamina (B ₁)	29
Riboflavina (B ₂)	336
Niacina (B ₃)	1490
Ácido pantoténico (B ₅)	7738
Piridoxina (B ₆)	619

- Otros compuestos. La cerveza contiene una pequeña proporción de lípidos, procedentes de la malta, adjuntos y lúpulo, así como resultantes del metabolismo de la levadura en el proceso de fermentación. Son fundamentalmente ácidos grasos: mono-, di- y triglicéridos, junto a trazas de esteroides y fosfolípidos. (Sendra y Carbonell, 1999).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

La composición de la cerveza (Cuadro 2) se revisó en United States Department of Agriculture (USDA), donde se observa un promedio aproximado que incluye diferentes tipos de cerveza.

Cuadro 2. Composición química y nutricional de la cerveza (USDA, 2011)

g/100 g		mg/100 g	
Calorias	45 kcal	Calcio	4
Humedad	91.96	Fósforo	14
Proteínas	0.46	Sodio	4
Lípidos	0	Potasio	27
Fibra dietética	0	Riboflavina	0.025
Cenizas	0.16	Ácido ascórbico	0
Carbohidratos	3.55		

Propuesta de Norma para la cerveza en México

1.3 Proceso de elaboración

El diagrama de bloques del proceso se muestra en el a figura 1.

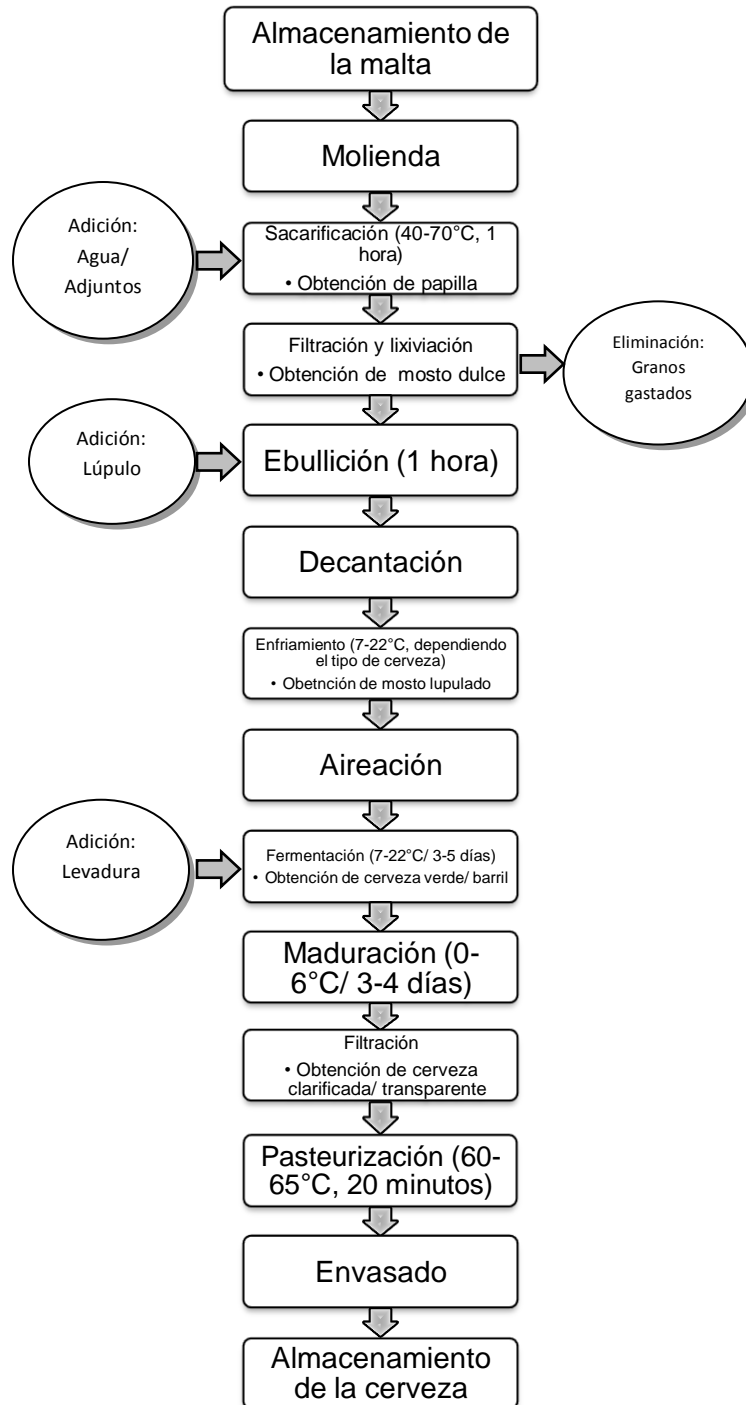


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de elaboración de la cerveza (Baxter & Hughes, 2001; Hough, 1990)

Propuesta de Norma para la cerveza en México

El proceso se inicia con la molienda de la malta, con la cual se prepara una suspensión en agua a 45-60°C, esta suspensión se somete a una operación de calentamiento gradual en el macerador, la que recibe el nombre de sacarificación. Normalmente las cervezas se elaboran con mezclas de varios tipos de malta, de acuerdo con las características que se deseen en el producto; las maltas oscuras contribuyen al color de la cerveza, mientras que maltas horneadas a bajas temperaturas contribuyen con altas actividades enzimáticas. Cuando se utilizan adjuntos sólidos, éstos se maceran aparte en un cocedor de adjuntos, donde se calientan a ebullición para gelatinizar el almidón. La solución de adjuntos se descarga gradualmente con lo que se va logrando el incremento de temperatura en el macerado, y es el que se utiliza en la mayoría de los países, incluyendo México. La adición y el incremento de temperatura, varía entre diferentes tipos de cervezas; un perfil típico se ejemplifica en la figura 2. (García et al., 1993).

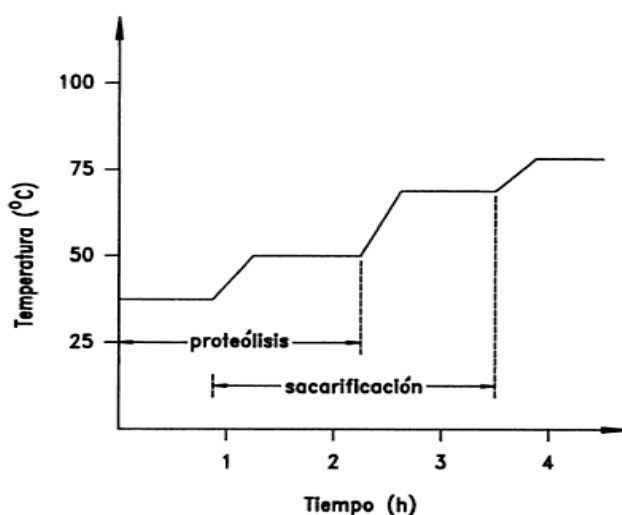


Figura 2. Perfil típico de sacarificación. Fuente: Rodríguez, 2003

Durante el proceso de sacarificación las enzimas de la malta, actúan sobre los componentes de la molienda (malta y adjuntos). Así, el almidón se hidroliza produciendo azúcares fermentables, las proteínas se degradan en péptidos y aminoácidos libre los cuales serán asimilados por la levadura, y las β -glucanasas y pentosanasas degradan los polímeros correspondientes reduciendo la viscosidad del mosto. En las etapas iniciales de maceración de la malta (45-60°C) actúan

Propuesta de Norma para la cerveza en México

principalmente las proteasas y β -glucanasas. A temperaturas más altas (60-65°C) se favorece la acción de las amilasas de la malta.

Las proteasas hidrolizan las proteínas de la malta y cereales adjuntos. Los productos de esta degradación son péptidos y aminoácidos que serán nutrientes importantes de la levadura durante la fermentación y además contribuyen al sabor porque son precursores de congenéricos y a la formación y estabilidad de la espuma de la futura cerveza. La degradación de las proteínas es también importante porque disminuye la posibilidad de su precipitación en el producto, evitando así su enturbiamiento. (García et al., 1993).

Las β -glucanasas de la malta hidrolizan los enlaces β 1-3 y β 1-4 de los polímeros de glucosa conocidos como glucanos, presentes en la cebada y otros cereales. La degradación de estos polímeros y de las pentosanas por las pentosanasas es importante para disminuir la viscosidad del mosto, facilitando así las operaciones de bombeo y filtración. Estos polímeros además estabilizan suspensiones coloidales en la cerveza, por que su degradación es importante para reducir la turbiedad del producto. Cuando se mantienen las temperaturas iniciales de la sacarificación por tiempos prolongados, la degradación es intensiva reduciéndose considerablemente la viscosidad; la temperatura óptima de las β -glucanasas es de 43-45°C y se inactivan a 60°C. (García et al., 1993).

El almidón es hidrolizado por varias enzimas con diferentes patrones (Figura 3), la α -amilasa es una endoenzima que hidroliza los enlaces α 1-4 de la amilosa y la amilopectina en diferentes puntos dentro del polímero, pero alejados de los puntos de ramificación (enlaces α 1-6) y de los extremos de la cadena; el producto de esta enzima son las dextrinas, y en menor proporción oligosacáridos. Su temperatura óptima se encuentra alrededor de 70°C. La β -amilasa hidroliza también los enlaces α 1-4, pero en este caso se trata de una exoenzima que actúa a partir de los extremos no reductores de la cadena, liberando en cada corte una molécula de maltosa. Su temperatura óptima se encuentra alrededor de los 60°C. En cada corte de la α -amilasa se genera un nuevo extremo no reductor donde la β -amilasa puede actuar. La α -glucosidasa (maltasa) hidroliza tanto los enlaces α 1-4 como los

Propuesta de Norma para la cerveza en México

α 1-6, pero tiene mayor afinidad por cadenas cortas, por lo tanto actúa más bien sobre oligosacáridos. La pululanasa es una enzima desramificante ya que actúa sobre los enlaces α 1-6 de la amilopectina. Con la combinación de estas enzimas durante la sacarificación se obtiene una mezcla de dextrinas, dextrinas límite, oligosacáridos como maltosa y maltotriosa principalmente, y en menor proporción maltotetrosa, isomaltosa y panosa, etc., y el monosacárido glucosa; las cantidades dependerán de las proporciones de las enzimas y del perfil de tiempos y temperaturas durante la sacarificación. Con base en esto, diferentes perfiles de sacarificación generan composiciones distintas en el mosto. Por ejemplo, si se favorece la acción de la α -amilasa (altas temperaturas) se obtendrá altas proporciones de dextrinas en el mosto trayendo como consecuencia alta densidad y estabilidad de espuma, mientras que si se favorece la acción de la β -amilasa (bajas temperaturas) se obtendrán proporciones abundantes de azúcares fermentables y, por lo tanto, un alto contenido de alcohol en la cerveza. En general el grado de conversión que se obtiene por la combinación de estas enzimas fluctúa en el 80% de almidón convertido a azúcares fermentables.

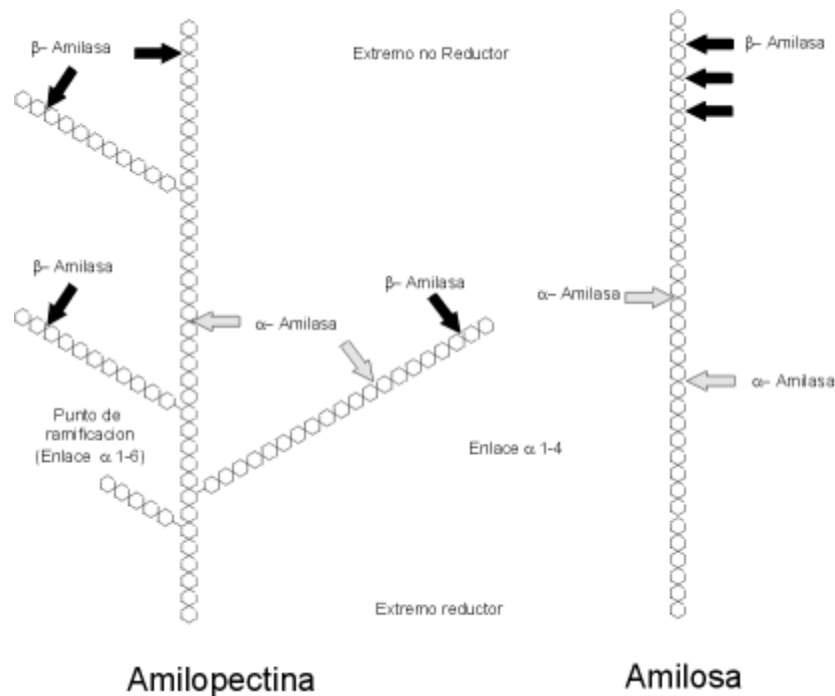


Figura 3. Esquema de la estructura del almidón y dónde son atacados por las amilasas.
Fuente: García et al, 1993

Propuesta de Norma para la cerveza en México

El término “actividad diastasa”, se asocia con la actividad colectiva de las amilasas, determinada por el aumento de grupos reductores, aunque para una misma actividad, genera mayor poder reductor una exoenzima que una endoenzima.

Las enzimas descritas se encuentran normalmente en la malta en diferentes proporciones de acuerdo con las condiciones de horneado de la materia prima, ya que algunas son más sensibles a la desnaturalización que otras. Sin embargo, es una práctica cada vez más común el utilizar enzimas microbianas, sobre todo cuando se emplean altas proporciones de adjuntos. Las amilasas utilizadas son: α -amilasas bacterianas de *Bacillus subtilis* y *B. licheniformis*, α -amilasa fúngica de *Aspergillus oryzae*, *A. niger* y *Rizopus sp.* y pululanasa bacteriana de *Aerobacter aerógenes*. Estas enzimas actúan sobre el almidón de la misma forma que las enzimas de la malta; la glucoamilasa hidroliza tanto los enlaces α 1-4 como los α 1-6, pero con mayor afinidad por los primeros; ésta es una exoenzima que libera moléculas de glucosa a partir del extremo no reductor de la cadena. En la sacarificación también se usan proteasas bacterianas y fúngicas, y β -glucanasas de *Aspergillus niger*, *Penicillium emersonii* y *B. subtilis*, siendo esta última más resistente a la temperatura que las β -glucanasas de malta, lo cual permite una mayor disminución de la viscosidad del mosto cuando se utiliza. (Baxter & Hughes, 2001).

Una vez completado el ciclo de sacarificación, la suspensión se transfiere a un tanque clarificador (llamado Lauter tun), el cual es cilíndrico y está provisto de un falso fondo con perforaciones, palas o cuchillas para mover la suspensión y rociadores de agua. En este tanque se separa el líquido, el cual constituye el producto denominado mosto dulce, y los residuos sólidos de la malta y los adjuntos, subproducto que se conoce como granos gastados, los cuales funcionan como un excelente filtro ayuda que permite obtener un mosto clarificado. Una vez removido el líquido, se hace fluir agua caliente por los rociadores con lo cual se lixivian los granos gastados; el líquido de lixiviación se integra al mosto dulce. El uso del tanque clarificador es tradicional en las cervecerías, pero esta operación

Propuesta de Norma para la cerveza en México

puede sustituirse por el uso de un filtro prensa, que tiene las ventajas de ser más económico requerir menor espacio y necesitar menos agua para la lixiviación.

El mosto dulce se pasa entonces a la olla, tanque de cobre o acero inoxidable con chimenea y calentado por una camisa de vapor, donde se le adiciona el lúpulo y se somete a ebullición durante 30-90 minutos a presión atmosférica. La cantidad de lúpulo adicionada varía dependiendo del tipo de cerveza entre 0.14 y 0.42 kg por hL. Los objetivos de esta operación son los siguientes:

- Extraer las resinas y aceites esenciales del lúpulo (las cuales además sufren reacciones de isomerización e hidrólisis).
- Inactivar las enzimas para detener la conversión excesiva del mosto.
- Coagular proteínas y favorecer las reacciones entre taninos y proteínas para la formación de compuestos insolubles que precipitan clarificando así el producto.
- Esterilizar el mosto para evitar la presencia de microorganismos indeseables que compitan con la levadura durante la fermentación.
- Promover reacciones de caramelización, de Maillard y de oxidación de compuestos fenólicos para la formación de melanoidinas que contribuyen al color y sabor de la cerveza.
- Volatilizar y remover compuestos que confieren aromas indeseables.
- Disminuir el pH por precipitación de fosfato de calcio y otros iones.
- Eliminar agua (aproximadamente 10% del volumen) para concentrar el mosto.

Esta operación es la más costosa del proceso de elaboración de cerveza en términos de consumo de energía, por lo que sistemas de ebullición presurizados a sus altas temperaturas han sido usados frecuentemente.

Al final de la operación se obtiene el mosto lupulado, y colateralmente como subproducto el lúpulo agotado; éste último junto con los precipitados que se obtienen del mosto, se separa mediante tanques clarificadores de distintos diseños o por centrifugación. El mosto lupulado se enfría, por lo general en

Propuesta de Norma para la cerveza en México

cambiadores de calor de placas, a temperaturas entre 6 y 15°C, lo cual provoca la precipitación de proteínas y taninos insolubles en partículas más finas, que se separan por filtración o centrifugación. El mosto lupulado normalmente se oxigena mediante la inyección de aire estéril la salida de enfriadores de placas permiten el enfriamiento y aireación simultáneos. (García et al., 1993).

Cuando se utilizan jarabes como adjuntos, su adición se efectúa en la olla, obteniéndose un mosto de alta densidad para lograr el proceso de elaboración conocido como del “alta gravedad”. Esto ofrece importantes ventajas económicas como son la menor capacidad instalada requerida y un ahorro importante de energía; además se obtienen mayores rendimientos en la producción de alcohol y mayor productividad en el proceso. Este sistema ha sido implementado por una gran cantidad de plantas de años recientes y es de hecho la forma más usual en Norteamérica, incluyendo México.

Algunos aditivos que suelen emplearse durante la operación de ebullición del mosto son: gomas (alginatos o carragenina) o silica gel para facilitar la clarificación del mosto y caramelo para incrementar el color del producto final. En algunos procesos en lugar de efectuar la infusión del lúpulo en la caldera se adicionan extractos de la flor en etapas.

El mosto lupulado, clarificado, frío y aireado se pasa al fermentador donde se adiciona la levadura. El producto, tal como se obtiene del fermentador después de separada la levadura, se conoce como cerveza verde o joven.

A pesar de la precipitación de proteínas y complejos proteína-taninos durante la ebullición y posterior enfriamiento, es inevitable que una lenta formación de estos últimos siga ocurriendo en la cerveza, sobre todo cuando se almacena a bajas temperaturas. Esta turbiedad aparece cuando la cerveza se enfría por lo que se denomina “turbiedad en frío”. Para evitar que esto suceda en el producto final embotellado, la cerveza verde se somete a un proceso de añejamiento.

Maduración o reposo. Éste se realiza en grandes tanques horizontales (en ocasiones verticales, e incluso cuando se utilizan los fermentadores cilindro-

Propuesta de Norma para la cerveza en México

cónicos, la operación se efectúa en el propio fermentador), en los que la temperatura se mantiene entre 0 y 6°C por periodos de 3-4 días a 4 semanas, aunque algunas cervezas se maduran hasta por 3-4 meses. Esta operación tiene como objetivos:

- Permitir la precipitación lenta de proteínas y complejos proteína-taninos, así como de levadura residual; esto es conferir estabilidad a la claridad de la cerveza.
- Permitir reacciones de maduración del sabor, que hasta este momento son muy poco entendidas, aunque han sido reportados moderados incrementos en la concentración de algunos congenéricos, reacciones de esterificación y reducción del potencial redox.

Para facilitar la precipitación de los elementos que confieren turbiedad a la cerveza, es una práctica común adicionar compuestos como colágena de pescado, bentonita, ácido tánico, carragenina, sílica gel, etc.

Una práctica alternativa es utilizar proteasas, principalmente papaína, para lograr una hidrólisis parcial de las proteínas, con lo cual se solubiliza y se impide su posterior precipitación; no obstante, una proteólisis excesiva es contraproducente porque los polipéptidos tienen un papel importante en la formación y estabilidad de la espuma de la cerveza. Por causa y debido a su especificidad-actividad, la papaína es la enzima más adecuada para el proceso y difícilmente puede ser sustituida por otra proteasa.

La cantidad de papaína que se adiciona se encuentra en un orden de entre 1 y 5g de enzima cruda por hL. En México, se emplean productos comerciales formulados con papaína en dosis de 1 a 4g.

En algunos procesos, durante la maduración se efectúa una fermentación alcohólica secundaria, que en realidad es una prolongación de la principal; ésta se realiza mediante la adición de azúcares, y tiene como principal objetivo lograr la carbonatación de la cerveza. Algunos aditivos utilizados en esta etapa pueden ser: extractos isomerizados de lúpulo, conservadores bacteriostáticos, alginatos u otras

Propuesta de Norma para la cerveza en México

gomas para mejorar la espuma, etc. Terminada la maduración, es imprescindible filtrar la cerveza a través de un lecho de tierra de diatomeas o algún otro material, obteniéndose un producto claro y brillante. La cerveza madura se carbonata, se embotella y se le da un tratamiento térmico de pasteurización en el envase; éste se realiza en túneles de operación continua donde los envases se ponen en contacto con agua caliente para alcanzar temperatura de 60-65°C que se mantienen durante 20 min. Y posteriormente se enfrían con aspersión de agua.

También existen técnicas de pasteurización a granel en cambiadores de calor de placas presurizados (70-75 °C, 20 s) o mediante esterilización por filtración, aunque algunos tipos de cervezas, principalmente de barril, no se pasteurizan.

En resumen, la fabricación de la cerveza supone (Baxter & Hughes, 2001; Hough, 1990; Bamforth, 2006) :

- a) Molienda de malta, cereales y adjuntos: se usan molinos de rodillos que giran en direcciones opuestas, al final se obtiene una harina o papilla dependiendo el tipo de molienda; seca o húmeda respectivamente. Su objetivo es lograr que el endospermo quede lo suficientemente fino para facilitar la extracción.
- b) Sacarificación: se incorpora el almidón de malta y adjuntos, las enzimas (amilasas, proteasas, β -gluconasa) y se incrementa gradualmente la temperatura en la cual se lleva a cabo la acción enzimática. Su objetivo es la hidrólisis del almidón (amilasas), proteínas (proteasas) y β - glucanos (β -gluconasa).
- c) Filtración y lixiviación: se realiza en un tanque llamado "Lauter tun". Se introduce la papilla hidrolizada y sacarificada, se somete a la lixiviación que consiste en añadir agua caliente y arrastrar el líquido que quedó impregnado en la cascarilla. Su objetivo es la obtención del mosto dulce.
- d) Ebullición: el mosto dulce se coloca en una caldera y se añade lúpulo. Este contiene resinas, aceites esenciales que son las responsables del amargor y olor de la cerveza. El proceso se lleva a cabo de 30 a 90 minutos a temperatura de ebullición. El objetivo es la inactivación de enzimas que

Propuesta de Norma para la cerveza en México

llevan a cabo la sacarificación, clarificación del mosto por coagulación de proteínas y taninos, isomerización de la resina para proporcionar el sabor amargo, esterilización del mosto, precipitación del fosfato de calcio (disminución pH), concentración del mosto por evaporación, destilación de productos volátiles y producción de color por caramelización de azúcares, formación de melanoidinas y oxidación de taninos.

- e) Decantación: se utiliza un tanque “Whirlpool”, el cual logra separar los sedimentos del lúpulo gastado, el cual sale del tanque. Su objetivo es lograr la concentración del mosto y reducir los costos de producción por manipulación de un menor volumen.
- f) Enfriamiento: el líquido pasa a través de una cerámica porosa donde se lleva a cabo la succión parcial del aire. Su objetivo es disolver el oxígeno. La levadura tiene un tiempo corto de fermentación aerobia, además de sintetizar algunos compuestos de membrana celular.
- g) Fermentación: se realiza en tanques de acero inoxidable, en el cual el mosto es fermentado por acción de las levaduras (*S. cerevisiae* o *S. pastorianus*) de manera que gran parte de los hidratos de carbono se convierten en alcohol y dióxido de carbono. Las condiciones varían entre los 7-22°C/3-5 días dependiendo del tipo de cerveza. El objetivo es la producción de alcohol y CO₂.
- h) Maduración: el proceso es en frío, condiciones de 0-6°C (3-4 días o hasta 3-4 meses dependiendo del tipo de cerveza). Su objetivo es la clarificación por precipitación de partículas finas (levaduras no floculadas, suspensión coloidal de proteínas y complejos proteína-taninos). Afinamiento de congenéricos (ésteres y alcoholes superiores) que aportan aroma y sabor a la cerveza.
- i) Filtración: retención de partículas finas por piedras diatomeas. El objetivo es obtener una cerveza transparente y brillante.
- j) Pasteurización: las condiciones son entre 60-65 °C/20 minutos. Pretende eliminar microorganismos que pudieran descomponer la cerveza.
- k) Envasado: en recipientes de tamaño pequeño como botellas o latas.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

1.4 Producción de cerveza en México

En el 2012, la producción mundial de la cerveza fue de 1,951,281 millones de hectolitros, alrededor de 1.2% más que en el 2011. México ocupa el sexto lugar a nivel mundial y el segundo en Latinoamérica, produciendo 81.5 millones de hectolitros. (Cuadro 3). (The Barth Report, 2012/2013).

El consumo nacional aparente de cerveza en México se ha mantenido en 62 litros de cerveza por persona al año. (INDUCERV, 2009).

En México las cervezas más comerciales son producidas por los 2 grandes empresas (Cervecería Modelo y Cervecería Cuauhtémoc) éstas son cervezas tipo Lager, realizadas de manera más automatizada y con la utilización de adjuntos cerveceros. Sin embargo, la producción se ha abierto a tal grado que los consumidores buscan nuevas alternativas, conocidas como “cervezas artesanales”, sus proporciones, proceso de elaboración y tratamiento de la materia prima, se diferencian de las más industrializadas. En el año 2000, en México tan solo había seis marcas de cervezas artesanales, para el año 2009 existen cerca de 36 y la lista sigue aumentando. (INDUCERV, 2009).

La Asociación Cervecera de la República Mexicana (ACERMEX) confirma la tendencia del consumo de cerveza artesanal crece a más de 50% anual desde hace casi 10 años. Esta bebida, cuya propuesta de valor es la fidelidad a las recetas originales de la tradición europea y el respeto al estilo que le imprime cada maestro cervecero, sólo es producida por MiPymes en México. Y también la única cerveza fabricada por empresas 100% nacionales.

Las cervezas artesanales todavía representan una minúscula porción del mercado local 0.001% del consumo y, en materia de producción, apenas un litro por cada 20,000 que se fabrican en el país. (ACERMEX, 2013).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

1.5 Clasificación general.

En el mundo existen muchas clases de cerveza y cada cual posee un particular aroma, sabor, color y cuerpo. Si bien todas se fabrican con los mismos ingredientes, lo que establece la diferencia entre ellas son las variaciones de estas materias primas y el tipo de fermentación. (Rodríguez, 2003).

Hay varias maneras de clasificar las cervezas: por el grano, por la levadura, por el color dado por el tostado de la malta, entre otras. (Figura 4). La fermentación es una etapa clave en el proceso productivo, en ella el mosto se transforma en alcohol gracias a la intervención de levaduras especiales.

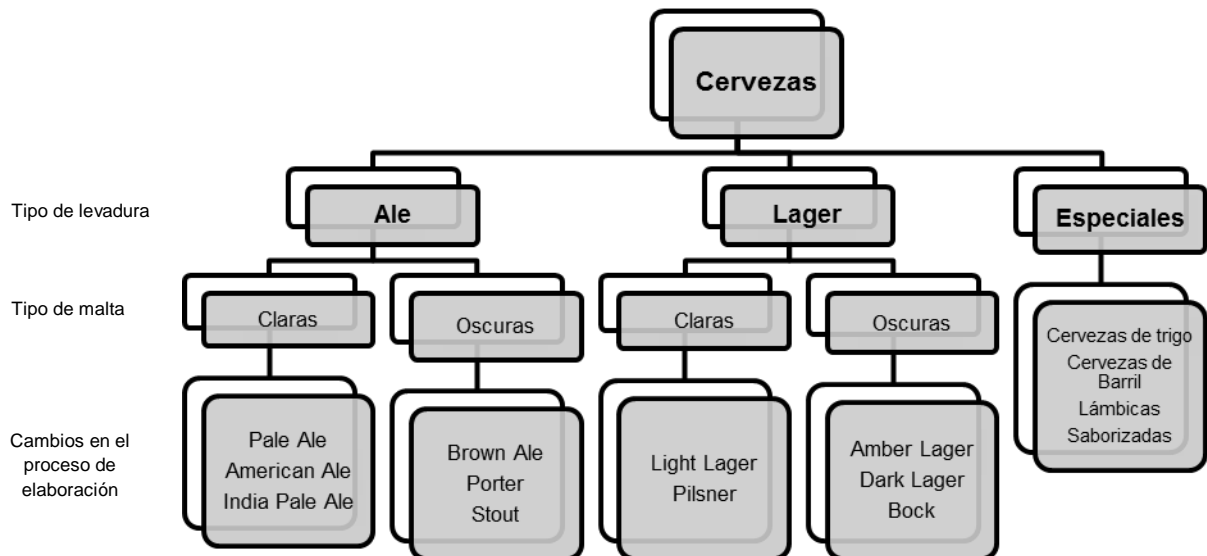


Figura 4. Clasificación general de las cervezas. (BJCP, 2013)

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Dependiendo de la clase de levadura usada, las cervezas son clasificadas en 2 categorías básicas:

- De alta fermentación o **Ale**: su sabor afrutado proviene de su rápida fermentación a altas temperaturas, entre 14 y 20°C con una variedad de levaduras de fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*), que una vez consumidos todos los azúcares, floculan en la superficie de la cerveza. Este procedimiento conocido como fermentación alta, define de manera característica a la cerveza tipo Ale. El color, sabor y contenido alcohólico varían dependiendo el tipo de malta y variedad de lúpulo que se utilice y las condiciones del proceso de fabricación, es por eso que se clasifican a su vez en diferentes tipos: Pale Ale, Scottish Ale, American Pale Ale, Indian Pale Ale, Brown Ale, Porter y Stout. (Rodríguez, 2003). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características de los diferentes tipos de cervezas Ale (BJCP, 2013)

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)*	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)**	Densidad final (g/mL)**
Pale Ale	3.8 – 6.0	4 – 16	25 – 50	1,032 – 1,048	1,007 – 1,016
Scottish Ale	2.5 – 6.5	9 – 25	10 – 35	1,030 – 1,130	1,010 – 1,056
American Pale Ale	4.3 – 6.2	5 – 25	20 – 45	1,045 – 1,060	1,010 – 1,016
Indian Pale Ale	5.0 – 10.0	8 – 15	40 – 120	1,050 – 1,090	1,010 – 1,020
Brown Ale	2.8 – 5.4	12 – 35	10 – 30	1,030 – 1,052	1,008 – 1,014
Porter	4.0 – 9.5	20 – 35	18 – 50	1,040 – 1,090	1,008 – 1,024
Stout	4.0 – 12	25 – 40	20 – 90	1,036 – 1,115	1,007 – 1,030

*SMR: es una medida de color, donde se hace pasar luz a 430nm en un espectrofotómetro, en el cual la cantidad de color es 10 veces la absorbancia.

**La densidad inicial tiene que ver con el tipo de sacarificación que se lleva a cabo y el tipo de maltas utilizadas, la densidad final, con el grado de dextrinas y oligosacáridos que se generaron en el proceso y el grado de azúcar que se fermentó.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- De baja fermentación o **Lager**. para estas cervezas se utiliza levadura que actúa a baja temperatura, de 6-10°C. las cervezas *lager* son las de mayor consumo a nivel mundial. Esta cerveza es el producto de la fermentación de la levadura *Saccharomyces pastorianus*, la levadura se mantiene al fondo del tanque permitiendo que el lúpulo y la cebada malteada domine el aroma y el sabor del producto. Igual que las cervezas Ale, las características sensoriales de las cervezas Lager son diferentes por el tipo de malta y variedad de lúpulo que se utilice, así como cambios en el proceso de sacarificación. Algunos tipos de esta cerveza son: Pilsner, Bock, Amber Lager, Dark Lager y Light Lager. (Rodríguez, 2003). (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de los diferentes tipos de cervezas Lager (BJCP, 2013)

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)	Densidad final (g/mL)
Light Lager	4.2 – 5.3	2 – 4	8 – 28	1,040 – 1,056	1,004 – 1,015
Pilsner	4.2 – 6.0	3 – 6	25 – 45	1,044 – 1,060	1,008 – 1,017
Amber Lager	4.5 – 5.5	10 – 16	18 – 30	1,046 – 1,052	1,010 – 1,014
Dark Lager	4.2 – 6.0	14 – 30	20 – 32	1,044 – 1,056	1,008 – 1,016
Bock	6.3 – 7.4	6 – 22	20 – 27	1,064 – 1,072	1,011 – 1,019

Las características de cada familia de cervezas son notablemente diferentes en aromas y gusto, debido a los compuestos congénicos que produce la cepa de levadura específica.

Existe una gama de cervezas especiales que por sus características, su proceso de elaboración o sus ingredientes, son difíciles de clasificar en alguno de los apartados anteriores (Cuadro 5). Algunos ejemplos muy conocidos son las cervezas lámbicas que son de fermentación espontánea (no se adiciona una levadura específica) y son saborizadas con jugos de frutas.

Otro ejemplo son las cervezas con ingredientes inusuales como la cerveza hecha a partir de maltas de trigo.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

El proceso determina las características de la cerveza, dicho esto existen también las cervezas de barril que son aquellas en las que no se lleva a cabo la pasteurización, por lo que se consideran cervezas con características especiales.

Las cervezas saborizadas son aquellas a las que se les ha adicionado saborizantes naturales o artificiales, jugos, frutas o extractos de origen vegetal (máximo 10% en volumen), sus características dependen del estilo base de su formulación. (NTON 03 038-06, 2007).

Cuadro 5. Características de los diferentes tipos de cervezas especiales (BJCP, 2013)

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)	Densidad final (g/mL)
Trigo	4.3 – 6.5	2 – 25	8 – 30	1,044 – 1,064	1,010 – 1,015
Lámbicas	5.0 – 8.0	3 – 7	0 – 10	1,040 – 1,060	1,000 – 1,010
Barril*	–	–	–	–	–
Saborizadas*	–	–	–	–	–

*Sus características varían de acuerdo al estilo base de su proceso.

1.6 Calidad de la cerveza

La calidad de la cerveza depende de varios factores que tienen relación con las materias primas utilizadas, con el proceso de elaboración y principalmente con el mercado consumidor que evalúa esta calidad. Entre los parámetros más importantes de evaluación de la calidad están el sabor, color, grado alcohólico, permanencia de la espuma y la presencia de residuos o precipitados (estabilidad), aunque este último punto tiene que ver con el tipo de cerveza que se elabora, pues en algunos casos el producto puede dejarse sin filtrar.

Las características fisicoquímicas de la cerveza son los términos que se usan para definir los requerimientos de los cuerpos regulatorios, pero como definición de la calidad de una cerveza, el análisis químico es una herramienta importante. A continuación se nombran algunos parámetros fisicoquímicos usados comúnmente para describir una cerveza, y que pueden ser medidos convenientemente en la tarea de asegurar la calidad. (Rodríguez, 2003).

Color. La aplicación de calor puede ser la causa de muchas reacciones complejas que comprometen a los carbohidratos. La actividad acuosa y el pH regulan el grado de liberación de azúcares reductores por hidrólisis a partir de sus conjugados glicosídicos en los alimentos. Después de la liberación ocurren muy pocas reacciones de los azúcares en medio acuoso a pH 4.0 aproximadamente. Sin embargo si el medio vuelve a ser neutro o débilmente alcalino entonces los hemiacetales pasan más rápidamente a la forma de carbonilo de los azúcares reductores, es decir, a aldehídos y cetonas reactivas, las cuales se enolizan y comienzan una serie de reacciones de descomposición.

Los grupos amino-básicos de las proteínas, péptidos y aminoácidos se añaden rápidamente a los grupos carbonilo de los azúcares y se condensan. Entonces ocurre la reacción entre el amino y el grupo del azúcar, conocida como reacción de Maillard, con la aparición de color oscuro que es el punto inicial de la enolización de la glicosil-amina (Figura 5).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Cuando no participan compuestos amino en las reacciones de descomposición inducidas por el calor (sobre 100°C), reciben el nombre de reacciones de caramelización, donde también se generan compuestos coloridos.

Los dos tipos de reacciones tienen lugar al mismo tiempo y reciben el nombre genérico de reacciones de oscurecimiento no enzimático, para distinguirlas de aquellas reacciones de oscurecimiento debidas a la oxidación enzimática. Los polímeros, que se forman se llaman melanoidinas (polímeros heterogéneos insaturados). (Fennema, 2000).

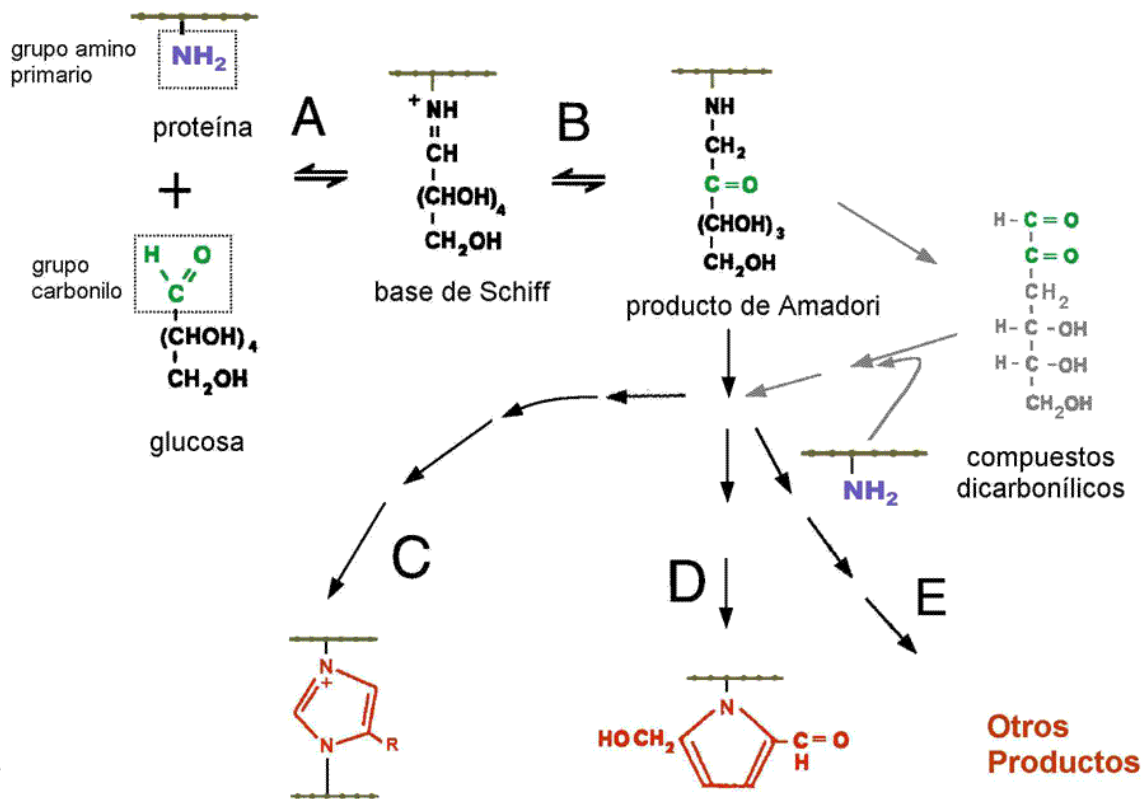


Figura 5. Reacción de Maillard. Esquema de reacción del proceso de glucosilación no enzimática de proteínas. (A) Formación de la base de Schiff. (B) Reordenamiento de Amadori. A través de una serie de reacciones complejas los productos de Amadori pueden originar derivados con estructura imidazólica (C) pirrólica (D) y otras diversas (iminas, furanos, piridinas, etc). Fuente: Fennema, 2000.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Grados de alcohol. Se forma durante la etapa de fermentación del mosto (proceso anaeróbico), mediante el cual la levadura convierte la glucosa en etanol y dióxido de carbono.

Los principales productos de fermentación son: etanol y CO₂, aunque también se forman numerosos subproductos del crecimiento de levaduras, que contribuyen de manera importante al perfume y aroma de la cerveza (Cuadro 6). Al respecto los ácidos orgánicos, alcoholes y ésteres son especialmente importantes.

Cuadro 6. Productos de la fermentación de levaduras

Alcoholes	Ácidos	Ésteres	Otros
Etanol	Acético	Acetato de etilo	CO ₂
n-propanol	Láctico	Ésteres provenientes de otros productos de la fermentación (ácidos y alcoholes).	Acetaldehído
Butanoles	Pirúvico		Diacetilo
Alcoholes amílicos	Succínico		H ₂ S
Feniletanol	Caproico		
Glicerol	Caprílico		

El porcentaje de azúcares fermentables en el extracto total determina el límite de atenuación, que establece el alcohol que contendrá la cerveza final. Y en el extracto soluble, que se denomina mosto, el 60% de las sustancias son fermentables (maltosa, maltotriosa, sacarosa, glucosa y fructosa), que serán utilizados por la levadura para producir el alcohol y el CO₂ durante la fermentación. (Rodríguez, 2003).

En la composición química del almidón el endospermo es la estructura más importante dentro del grano de la cebada y constituye la mayor parte del grano, donde su principal componente es el almidón.

El almidón se encuentra en los gránulos de dos formas diferentes; amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula lineal de monómeros de glucosa (1000-4000) unidos mediante de enlaces de tipo α 1-4 y un peso molecular de aproximadamente de 80000 kDa. La amilopectina, también es un polímero de

Propuesta de Norma para la cerveza en México

glucosa, de estructura ramificada y un peso molecular de aproximadamente 1000000 kDa. La amilosa, constituye un 30% del total del almidón presente en el endospermo, considerándose que el 70% restante corresponde a la amilopectina.

La mayoría de los enlaces químicos del almidón son α 1-4, pero también existen puntos de ramificación, en donde son α 1-6. Ambas moléculas poseen en sus extremos, un solo grupo reductor, lo que las iguala como si fueran un azúcar simple como la glucosa en poder reductor. (Fennema, 2000).

El grano de cebada germinado (malta) contiene enzimas α y β amilasas que actúan sobre las moléculas de amilopectina y amilosa. La α amilasa (enzima dextrinificante) ataca a la amilopectina y a la amilosa al azar, en cualquier punto de la molécula, menos cerca de los puntos de ramificación y tampoco cerca de los extremos no reductores. Por lo tanto, origina carbohidratos complejos llamados dextrinas, agregando con cada corte un extremo reductor a los productos de esta hidrólisis. La enzima β amilasa (enzima sacarificadora), en cambio ataca a las dextrinas, amilopectinas, amilosas por sus extremos no reductores, cortando dos unidades de glucosa que se denominan maltosa. Por lo tanto la α amilasa actúa generando lugares (extremos no reductores) para que corte la enzima β amilasa y se produzcan moléculas de maltosa. La maltosa será el principal componente del mosto pero se encuentran también azúcares preformados como glucosa, sacarosa, fructosa, que serán utilizados por la levadura durante la fermentación. (García et al., 1993).

pH. El pH de las cervezas del tipo de agua y su tratamiento con ácidos y/o sales de calcio. El agua desempeña un rol muy importante y decisivo en la producción tanto cuantitativa como cualitativa, ya que no solo es el ingrediente principal de la cerveza (92-95% en peso), sino que también constituye un insumo para alimentar generadores de vapor o agua de calderas, para lavado de equipos, materiales y uso en general.

La composición de sales del agua tiene una influencia indirecta en su acción en la regulación del pH del mosto y la cerveza, y un intervalo adecuado está entre 5.0 y

Propuesta de Norma para la cerveza en México

6.0. Un pH muy elevado es desfavorable para reacciones importantes como la sacarificación ya que provoca un trabajo deficiente de las enzimas generándose menos azúcares, la coagulación de proteínas durante la ebullición es menos intensa, el amargor es más astringente por mayor extracción de taninos (polifenoles) desde la cáscara del grano en el proceso de maceración y filtración. Además un elevado pH conlleva un mayor riesgo desde el punto de vista microbiológico. Por esto, muchas veces el agua es tratada para lograr bajar el pH mediante la adición de sulfato de calcio. (Rodríguez, 2003).

El pH es un factor de importancia para las reacciones bioquímicas que se desarrollan durante el proceso; en todos los pasos de la fabricación hay disminución del pH y los amortiguadores minerales del agua contrarrestan en parte este cambio. La influencia del contenido mineral del agua sobre el pH es importante durante la fabricación y algunos componentes minerales, ya que ejercen una influencia específica y estabilizadora de los iones de calcio sobre las amilasas. Los iones de calcio reaccionan con los fosfatos orgánicos e inorgánicos de la malta precipitando fosfatos de calcio, el resultado es la acidificación del mosto. El ion potasio produce el mismo efecto, pero en menor cantidad. (Rodríguez, 2003).

Amargor. El lúpulo imparte el sabor típico a la cerveza debido a su contenido de aceites esenciales y resinas amargas. Además, contiene taninos y compuestos fenólicos los cuales ayudan en el proceso de clarificación.

El sabor amargo característico de la cerveza, proviene de la secreción glandular de las flores femeninas no fecundadas del lúpulo, la cual contiene dos compuestos clasificados como resinas; las humulonas o ácidos α y las lupulonas o ácidos β .

Las resinas del lúpulo pueden dividirse en blandas y duras. Dentro de las blandas se encuentran los ácidos α que son las de mayor importancia, ya que a partir de ellos se forman los compuestos que otorgan el sabor amargo. Los ácidos α son tres compuestos específicos: la humulona, cohumulona y adhumulona. Durante la ebullición al que es sometido el mosto dulce, etapa en que se agrega el lúpulo, los

Propuesta de Norma para la cerveza en México

ácidos alfa sufren un cambio estructural llamado isomerización, originando los compuestos solubles amargos, los que se denominan genéricamente ácidos iso- α . Específicamente se forman la iso-humulona, iso-cohumulona e iso-adhumulona.

Los β ácidos, considerados resinas blandas, pueden también isomerizarse durante la ebullición para crear compuestos amargos, aunque debido a que la solubilidad de los ácidos iso- β en el mosto es muy baja, la contribución de éstos al sabor amargo es casi despreciable. En la Figura 6, se muestra la estructura de los ácidos α y en la figura 7, la de los ácidos β .

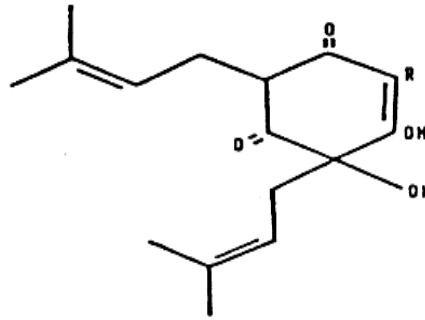


Figura 6. Estructura de los ácidos α

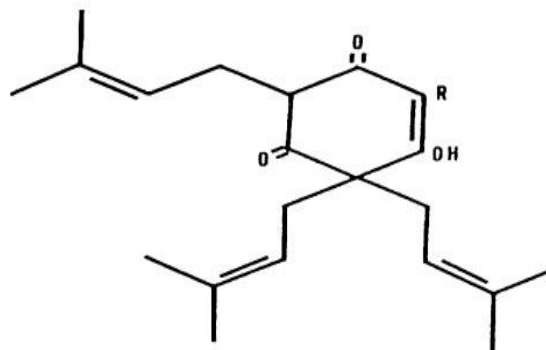


Figura 7. Estructura de los ácidos β

Así, la humulona es la sustancia más abundante y que se convierte durante la ebullición del mosto en iso-humulona (Figura 8).

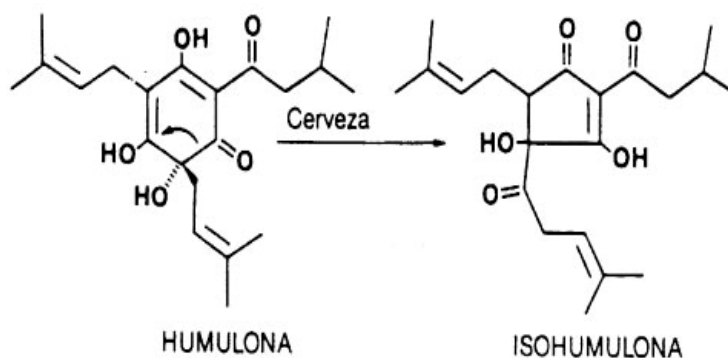


Figura 8. Proceso de transformación de la humulona en iso-humulona

Del total de ácidos α que contienen el lúpulo, aproximadamente un 25-30% llega hasta el producto final, la otra parte se queda adherida a los restos de proteínas coaguladas tras la cocción.

En la determinación del amargor, se mide la cantidad de ácidos alfa extraídos del lúpulo y convertidos en sustancias amargas solubles durante la ebullición del mosto dentro del estanque de cocción. (Rodríguez, 2003).

El nivel de amargor de la cerveza se mide por medio de unidades internacionales de amargor (IBU). Es una medida de concentración de los ácidos iso- α en partes por millón. Un IBU equivale a un miligramo de ácidos iso- α por litro de cerveza. (García et al., 1993).

Espuma. La formación de espuma es uno de los factores más importantes en la evaluación de calidad que realzan los consumidores. La espuma se forma por gases que se encuentran finamente repartidos en el líquido y materias sólidas, principalmente CO_2 .

La espuma suele ser una dispersión de burbujas de gas en una fase continua, líquida o semisólida, que contiene un agente con actividad de superficie, soluble. Las burbujas de gas están separadas por una fase continua de capas delgadas de líquido denominadas laminillas. Para que se forme la interfase gas-líquido, se necesita energía y para protegerla contra la coalescencia de las burbujas de gas

Propuesta de Norma para la cerveza en México

requiere de la presencia de sustancias con actividad de superficie que reduzcan la tensión superficial y formen entre las burbujas de gas, una barrera elástica. Algunas proteínas forman películas dotadas de efecto protector, adsorbiéndose en la interfase. En este caso la laminilla situada entre dos burbujas adyacentes consta de dos películas de proteína adsorbida, separadas por una capa de líquido.

Los elementos de la formación de espuma son las proteínas de alto peso molecular derivadas de la malta y las iso-humulonas provenientes del lúpulo. Las maltas demasiado modificadas o poco desecadas tienden a producir espumas pobres. Cuanto menor sea la relación de malta y lúpulo, más pobre será la espuma.

La espuma de la cerveza parece deberse principalmente a proteínas con un peso molecular por encima de 12000 kDa, asociados con carbohidratos y con sustancias amargas del lúpulo. El 2-4% del nitrógeno del mosto se encuentra en esta fracción. Las proteínas activas de la espuma se encuentran en fracciones con un peso molecular superior a 8000 kDa. La espuma de la cerveza está compuesta por un 21% de proteínas de peso molecular medio, 19% de proteínas de peso molecular bajo y 60% de proteínas de peso molecular alto (15000 a 40000 kDa), responsables de la estabilidad.

El mecanismo de acción de formación de espuma se presenta debido a que los ácidos alfa durante el proceso de cocción del mosto y por efecto de la temperatura se transforman, cambiando su estructura química (isomerización) en iso-humulonas o ácido iso-alfa que se combinan con grupos básicos de las proteínas (épsilon amino) formando un complejo que impide a las proteínas cambiar de conformación.

La proteína LTP1 (Lipid Transfer Protein), una proteína de la cebada, se ha identificado como el componente proteico principal en la espuma de la cerveza. Sin embargo, esta proteína que se concentra en la espuma, es una forma modificada. La transformación de la proteína LTP1 en forma de espuma ocurre

Propuesta de Norma para la cerveza en México

durante la etapa de cocción del mosto lo cual implica un desdoblamiento de la estructura tridimensional. (Rodríguez, 2003).

Turbidez. La estabilidad de la cerveza se define como unidades de tiempo transcurridas hasta alcanzar un determinado nivel de turbidez. La pérdida de brillo, el descenso de la transparencia, el grado de enturbiamiento, incluso la floculación, precipitación y sedimentación, son las sucesivas manifestaciones visuales de la falta de estabilidad o inestabilidad de la cerveza. Así la turbidez u opacidad de la cerveza se puede deber a las siguientes causas: biológica, coloidal y una química, ésta última debido a diversos agentes como el oxalato de calcio. La descomposición biológica no es la única causa de deterioro, también lo es la turbidez coloidal.

a) Turbidez biológica. La mayoría de las bacterias son incapaces de crecer en la cerveza, debido a que no pueden tolerar el pH bajo, alcohol, y/o la falta de oxígeno para su respiración normal. La contaminación por microorganismos normalmente está asociada a levaduras cerveceras, levaduras silvestres y a bacterias.

Los microorganismos que crecen en el mosto, se debe principalmente a bajas tasas de siembra de levadura, levadura “insana”, cultivo inicial impuro o a la contaminación de grandes cantidades de bacterias debido a técnicas inadecuadas de manejo.

b) Turbidez coloidal. La cerveza, desde el punto de vista de la estabilidad, es una disolución acuosa, ligeramente alcohólica y medianamente ácida, que contiene diversos componentes que se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Compuestos estables: disoluciones verdaderas (moleculares o iónicas)
- Compuestos inestables: disoluciones falsas de naturaleza coloidal, causantes de la inestabilidad de la cerveza (eventualmente pueden estar presentes en mayor o menor cantidad, determinadas sustancias en

Propuesta de Norma para la cerveza en México

suspensión mecánica). Este último grupo es el que produce más problemas a la cerveza en cuanto a inestabilidad se refiere.

Los coloides presentes en la cerveza tienden a coagular en estructuras cada vez más grandes, hasta que luego de un tiempo se transforma en una turbidez visible que finalmente precipita. El tiempo que tarde en hacerse visible depende de diversos factores, como el contenido y tipo de proteínas, taninos (compuestos polifenólicos), del medio que involucra pH, temperatura, oxidación, presencia de sales, metales trazas, agitación y también de condiciones de exposición a la luz y adsorción en el filtro, que pueden acelerar o retardar la aparición de turbidez coloidal.

La turbidez coloidal se divide en turbidez por frío y permanente.

- I) Turbidez por frío. Se hace presente cuando la cerveza es enfriada repentinamente hasta 0°C, desaparece a temperatura ambiente (20°C).
- II) Turbidez permanente. Solamente desaparece si la cerveza es calentada hasta 70°C, y reaparece cuando baja de esa temperatura.

Las proteínas poseen un número determinado de sitios de unión a los polifenoles. En el caso que exista igual cantidad de puentes de unión de polifenoles que de sitios de anclaje a las proteínas, se formarán complejos proteína-polifenol más grandes y por lo tanto, mayor sedimento. Por otra parte, con una baja concentración de proteína no se podrán establecer los puentes de unión entre las proteínas y polifenoles, quedando los complejos de menor tamaño, no evidenciando turbidez.

Las proteínas que se combinan con los polifenoles para formar la turbidez son ricas en prolina, mientras que los péptidos que carecen de la prolina no forman

Propuesta de Norma para la cerveza en México

turbidez. Así, al aumentar la concentración de proteínas aumenta la interacción con los polifenoles formándose una mayor turbidez. (Monsalvo, 2010).

Cabe mencionar que la turbidez es un parámetro que no siempre denota la calidad de la cerveza, ya que algunas elaboradas artesanalmente no son filtradas, por lo que se espera que sean turbias.

1.7 Defectos en las cervezas

El mosto es un medio de cultivo, relativamente rico, pero se somete a ebullición y muy poco después se inocula con levadura. Durante la fermentación, el pH desciende de 5.3 a 4.1, se produce etanol hasta una concentración de 3-6% p/v y descienden sustancialmente las concentraciones de azúcares, aminoácidos y vitaminas. La cerveza constituye, por tanto, un medio poco adecuado para el desarrollo de las bacterias; el número de géneros y especies que la contaminan ordinariamente es limitado. Al igual que las levaduras salvajes, las bacterias contaminantes provocan turbidez y generan olores y sabores anómalos.

Las únicas bacterias Gram positivas que causan problemas graves en la cerveza son las bacterias ácido-lácticas de los géneros: *Lactobacillus* y *Pediococcus* puesto que producen metabolitos indeseables, entre los que ese halla el precursor del diacetilo, responsable del aroma y sabor a mantequilla. Son difíciles de erradicar. (Hough, 1990).

Es probable que las bacterias Gram negativas de más interés en la industria cervecera sean las llamadas bacterias del mosto. Existen dos grandes tipos entre las que se desarrollan en el mosto, el primero crece bien hasta que (debido a la actividad fermentativa de la levadura) el pH del medio desciende a valores de aproximadamente 4.4 y el alcohol alcanza tasas del orden del 2%. El segundo tipo está constituido por bacterias que sobreviven a la fermentación y que se recogen junto a la levadura por lo que son luego transferidas a la siguiente fermentación, estas bacterias (*Hafnia*, *Obesumbacterium*) tienen propiedades metabólicas similares a las de la levadura, pero producen sustancias responsables de sabores anómalos, como cantidades excesivas de volátiles sulfurosos. Pueden dar origen a pH más elevados que los normales en la cerveza, limitar el crecimiento de las levaduras y en general, modificar el ambiente, de modo que resulte favorable a la supervivencia.

Las bacterias ácido acéticas son microorganismos acetificantes bien conocidos, comercialmente utilizados para la producción de vinagre a partir del vino, la

Propuesta de Norma para la cerveza en México

cerveza no aromatizada con lúpulo y la sidra. En la cerveza expuesta al aire oxidan el alcohol a ácido acético, lo que era frecuente en las cervezas de barril tradicionales; los progresos higiénicos han reducido la incidencia de este avinagramiento. Sin embargo, estas bacterias son contaminantes frecuentes de las tuberías que conectan los barriles al grifo de expedición, aunque a través de las tuberías circule cerveza de barril pasteurizada. (Bamforth, 2006).

Entre otras bacterias Gram negativas que es frecuente encontrar en las fábricas de cerveza, se hallan las pertenecientes al género *Zymomonas*, producen cantidades excesivas de acetaldehído y sulfuro de hidrógeno, una mezcla desagradable, a la que originalmente se le denominó "Burton stench" (olor nauseabundo de Burton). Durante los últimos años se ha descubierto la presencia de *Pectinatus*, otro género en botellas de cerveza esterilizadas por filtración en las que crece en condiciones anaeróbicas y en las que produce numerosos metabolitos, entre los que se encuentra el ácido butírico. En algunas cervezas se hallan pequeños números de microorganismos pertenecientes a otros géneros y, entre ellos, esporulados Gram positivos *Bacillus* y *Clostridium*. Puede tratarse de microorganismos casuales, que sobreviven pero no se desarrollan. (Hough, 1990).

Un problema relativamente frecuente en cervecerías es la presencia de altas concentraciones de diacetilo, compuesto característico del aroma de la mantequilla. Las fuentes de este compuesto en la fermentación alcohólica pueden ser la misma levadura utilizada o bacterias contaminantes que se desarrollan durante la fermentación o en etapas posteriores a ésta. El mecanismo de producción de diacetilo por parte de la levadura es mediante la formación de 2 acetolactato, el cual, sin participación de la levadura, se descarboxila transformándose en dicho compuesto. Por lo tanto, la cantidad de diacetilo producida por intermediación de la levadura es directamente proporcional a la cantidad de 2-acetolactato. Por otra parte, la levadura metaboliza el diacetilo transformándolo en acetoína, la cual no confiere notas indeseables al sabor o aroma de la cerveza. El esquema de producción y degradación se muestra en la figura 9.

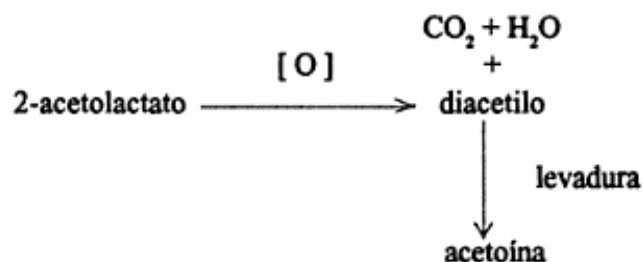


Figura 9. Degradación del diacetilo (Hough, 1990).

La cantidad de 2-acetolactato producida durante la fermentación alcohólica está relacionada con diferentes factores: la cepa de levadura, la temperatura de fermentación, el contenido de aminoácidos y el pH del mosto. Algunas levaduras tienen mayor tendencia a la producción de 2-acetolactato y algunas se ven mayormente influenciadas por la temperatura que otras, en general a mayor temperatura de fermentación mayor producción de 2-acetolactato. En cuanto al pH, en general los valores bajos disminuyen la producción de este metabolito. También se sabe que la agitación durante la fermentación favorece su formación en algunas cepas. El paso de 2-acetolactato a diacetilo se ve influenciado por el potencial redox del mosto: condiciones oxidantes (lo cual incluye la presencia de O_2) aceleran la transformación y viceversa.

Como se mencionó antes, la misma levadura es capaz de degradar el diacetilo convirtiéndolo en acetoína, lo cual hace mediante el concurso de la enzima diacetil-reductasa y en menor grado alcohol deshidrogenasa, por lo tanto, un contacto prolongado de la levadura con el mosto fermentado una vez que ha terminado la fermentación es conveniente para eliminarlo, costumbre que es indispensable en cervecería, además de que durante la maduración de la cerveza verde en muchos casos se favorece esta conversión si hay suficiente levadura residual. Por otra parte, altas temperaturas aceleran la degradación de diacetilo y por lo tanto reducen el tiempo necesario de contacto post-fermentación. (García et al, 1993).

2. Normatividad

La existencia de sistemas nacionales de control de los alimentos es condición esencial para proteger la salud y seguridad de los consumidores nacionales.

Es también fundamental para que los países puedan garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos exportados y para garantizar que los alimentos importados se atengan a los requisitos nacionales. El nuevo entorno mundial del comercio de alimentos obliga tanto a los países importadores como a los exportadores a reforzar sus sistemas de control de los alimentos y a adoptar y hacer observar estrategias de control de los alimentos basadas en el riesgo. (FAO/OMS, 2001).

Los consumidores están mostrando un interés en la forma en que se producen, elaboran y comercializan los alimentos, y exigen cada vez más a sus gobiernos que se responsabilicen de la inocuidad de los alimentos y de la protección del consumidor.

2.1 Normatividad nacional

La Dirección General de Normalización emite una serie de normas con base en recomendaciones de instancias de carácter técnico tanto nacionales como internacionales, las cuales abarcan básicamente solo los productos y servicios para la venta al público en general, pero el uso de normas empieza a resultar adecuado para evitar el paso por el poder legislativo. (DGN, 2013).

En México la legislación referente a la regulación de la producción de cerveza se remite solamente al Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013. Bebidas alcohólicas, donde se mencionan parámetros generales para todas las bebidas alcohólicas destiladas y no destiladas, se especifican únicamente parámetros relacionados a evitar la adulteración (contenido de alcoholes diferentes al etanol), aditivos permitidos y metales pesados.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Sin embargo para un control más adecuado de los procedimientos llevados a cabo por la industria y como protección al consumidor, es necesario establecer parámetros más específicos para la cerveza, el proceso, la materia prima y sus características de calidad son importantes.

Requisitos

Dicho esto, el procedimiento de aplicación de una norma, según la Dirección General de Normatividad (DGN) comienza con la adopción de estándares para determinar los parámetros a evaluar para dicho producto. Es importante dar a conocer los organismos interesados en la materia, los cuales pueden emitir observaciones para la modificación de la futura norma.

Lo siguiente es la verificación del cumplimiento de conformidad, una vez que la norma se publica en el Diario Oficial de la Federación, donde se analiza y se indica una fecha para la entrada en vigor de la norma. Para asegurar el correcto uso de las normas, se aplica un procedimiento para su cumplimiento. Para revisar este punto, se crean organismos independientes llamados Unidades de Verificación con personas físicas o morales, avalados por algún comité técnico y administrativo de la Secretaría de Economía.

Posteriormente, se revisan los parámetros cuantitativos de las pruebas que se solicitan en la norma. Dichas pruebas deben realizarse en laboratorios acreditados.

Tipos de normas

Según la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, existen dos tipos de normas: la Norma Oficial Mexicana (NOM) y la Norma Mexicana (NMX).

Las NOM's son de carácter obligatorio para quien cae dentro del alcance de la aplicación de las mismas y cuando las actividades o productos se hagan durante la vigencia de la misma. Estas normas ordinariamente se publican íntegramente

Propuesta de Norma para la cerveza en México

en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) e incluso se publican en medios electrónicos, por lo que se pueden considerar de acceso público y libre distribución, siempre y cuando no se alteren, aunque para referirse a ellas deben tomarse las publicadas por el DOF.

Las NMX's normas de uso no obligatorio para quien cae dentro del alcance de la aplicación de las mismas y cuando las actividades o productos se hagan durante la vigencia de la misma. La aplicación de este tipo de normas puede ser obligatoria si es referida en una NOM para realizar algún método de prueba. Estas normas son de acceso restringido, ya que se suele dar el documento mediante el pago de licencia para el uso exclusivo de la persona física. (DGN,2013).

2.2 Normatividad internacional

En muchos países, el control de los alimentos se ve obstaculizado por la fragmentación de la legislación y deficiencias en la vigilancia, seguimiento y cumplimiento, como es el caso de México al no tener una norma específica sobre la cerveza.

Como apoyo, se presentan los puntos clave más importantes de las normas internacionales aplicadas a la industria cervecera, más adelante esto permitirá proponer un medio de regulación para los productos que se ofrecen en el mercado nacional.

Alemania

La Reinheitsgebot es la ley de la pureza alemana, fue uno de los primeros antecedentes de la normatividad relacionada a la elaboración de la cerveza, su principal aportación fue la restricción de los ingredientes que pueden usarse para la cerveza, entre los que se incluyen el agua, la cebada malteada, el lúpulo y la levadura. En la versión de la ley del año 1516, sólo se mencionaron al agua, la malta y el lúpulo, debido a que la levadura aún no había sido aislada hasta el siglo XIX por Louis Pasteur.

En 1987, esta ley fue rechazada por la Unión Europea como parte de la apertura de su mercado. A pesar de ello, muchas cervecerías alemanas optaron por sostener esta ley para su proceso de elaboración de cerveza, como parte del apoyo a su arte y patrimonio. Actualmente el Reinheitsgebot es parte de un gran documento llamado “Biersteuergesetz” o “Ley de Impuesto a la Cerveza” el cual definía cerveza y su proceso de elaboración. (Food-Info, 2013).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

España

En esta norma (Real Decreto 53/95, 1995), tiene como objetivo definir a la cerveza y fijar sus especificaciones de elaboración, comercio y distribución.

Es una norma muy completa con respecto a especificaciones fisicoquímicas, define detalladamente el proceso de elaboración y las condiciones en las que se debe realizar. Hace hincapié en el cuidado sanitario de las instalaciones.

No hace referencia a las características sensoriales ni microbiológicas en el producto final.

Argentina

El Código Alimentario Argentino, en el Artículo 1080 también es una norma de referencia para la elaboración de cerveza, en Latinoamérica.

Esta norma no indica directamente a quien se dirige, aunque proporciona criterios de clasificación muy completos; al mismo tiempo, las especificaciones que establece son muy generales sin distinguir las características que definen a cada tipo de cerveza que define.

Nicaragua

Nicaragua es otro de los países de Latinoamérica que cuenta con una norma relacionada con la elaboración de cerveza. Esta norma tiene deficiencias notorias, como no aclarar abiertamente a quien se dirige el documento, su objetivo y campo de aplicación son ambiguos ya que no se definen algunos conceptos esenciales para la aplicación de estos requisitos.

A pesar de ello, esta legislación brinda parámetros de clasificación y métodos de prueba que pueden ser de utilidad para estructurar un marco legal.

A diferencia de la legislación Argentina, ésta si establece especificaciones que son de utilidad en la tarea de asegurar la calidad del producto. Menciona aditivos, especificaciones microbiológicas y fisicoquímicas. (NTON 03 038-06, 2007).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

3. Propuesta de Norma para la elaboración de cerveza en México

Como ya se mencionó y conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, una Norma Mexicana es aquella que *elabore un organismo nacional de normalización*, o la Secretaría, en los términos de la Ley, que *prevé para un uso común y repetido reglas*, especificaciones, atributos, métodos de pruebas, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado.

Con el fin de apoyar su realización se proponen algunos puntos clave.

a. Campo de aplicación y objetivo

La presente norma tiene por objeto establecer las especificaciones sanitarias, requisitos y los métodos de prueba que debe cumplir la cerveza que se comercialice en el territorio nacional.

b. Referencias

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas o las que las sustituyan:

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI-2006, Información comercial. Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.

NMX F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos.

NMX F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas

NMX F-360-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación de cloruros como cloruro de sodio (método de Volhard).

NMX F-071-1964. Método de prueba para la determinación de riboflavina

Codex alimentarius. (1995). Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios. Recuperado el 3 de Octubre de 2013, de http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf

NTON 03 038-06. (25 de Octubre de 2007). *Norma Técnica Nicaragüense de bebidas fermentadas. Cervezas. Especificaciones*. Gaceta no. 205. Normas Jurídicas de Nicaragua:

Real Decreto 53/95. (9 de Febrero de 1995). *Marco Legal, España*. Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración y comercio de la cerveza y de la malta líquida.

Beer Certification Judge Program. The BJCP website, 1999-2014, URL: <http://www.bjcp.org/index.php>. Última actualización: 12 de Febrero de 2014.

c. Definiciones

Fermentación: proceso metabólico mediante el cual la levadura transforma los azúcares del mosto en energía, alcohol y dióxido de carbono.

Gravedad específica: es una medida de la densidad de un líquido.

Densidad inicial: La gravedad específica de la cerveza medida antes de la fermentación es conocida como Densidad Inicial. Este valor da una idea de la cantidad de azúcar que está disuelta en el mosto (cerveza no fermentada), y sobre la cual pueden actuar las levaduras. Adicionalmente, la densidad inicial tiene un efecto significativo en el sabor del producto final. Una densidad inicial alta resulta a menudo en una cerveza con mayor cuerpo y dulzor que las de baja densidad. Esto se debe a que algunos de los azúcares medidos en la densidad inicial no son fermentables por las levaduras y permanecerán aún después de la fermentación.

Densidad final: la medición ejecutada luego de la fermentación es conocida como Densidad Final, la diferencia entre la densidad inicial y la final es un buen indicador de la cantidad de alcohol producido durante la fermentación. La densidad inicial siempre será mayor que la final por dos razones. En primer lugar, las levaduras habrán procesado la mayor cantidad del azúcar presente, por lo que la densidad disminuirá; y en segundo lugar, el alcohol producido durante la fermentación es menos denso que el agua, disminuyendo aún más dicho valor.

Mosto: Es la solución en agua potable de carbohidratos, proteínas, sales minerales y demás compuestos resultantes de la degradación enzimática de la malta, con o sin adjuntos cerveceros, realizada mediante procesos tecnológicos adecuados.

Malteo: proceso mediante el cual el grano de cebada sometido a la germinación parcial y posterior deshidratación y/o tostado en condiciones tecnológicas adecuadas.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Pasteurización: Operación en la que se da un tratamiento térmico generalmente a T de 60-65 °C/20 minutos. Su objetivo es la inactivación enzimática y la destrucción de microorganismos causantes de alteraciones.

Unidades de amargor (IBU): por sus siglas en inglés que significa International Bitterness Unit (Unidad Internacional de amargor) es un número que indica una medida de concentración de iso-alfa ácidos del lúpulo en partes por millón. Cuanto mayor sean las IBU más amarga será la cerveza. El responsable de este característico amargo es el lúpulo.

Unidades de color (SRM): por sus siglas en inglés Standard Reference Method. El sistema de color de la cerveza SRM es medido utilizando una celda de vidrio que es colocada en un espectrofotómetro ante una luz con longitud de onda de 430nm. El sistema SRM es aproximadamente 10 veces la cantidad de absorbancia, la cual es medida sobre una escala logarítmica.

d. Disposiciones generales

Clasificación de la cerveza

- *Según el tipo de levadura*

Cervezas Lager

Son elaboradas usando levaduras cultivadas de la especie *Saccharomyces pastorianus*, las cuales tienden a sedimentar al concluir el proceso de fermentación, es por ello que también pueden denominarse “cervezas de baja fermentación”. Existen diferentes subestilos de este tipo de cervezas de acuerdo a sus características sensoriales y fisicoquímicas.

Cervezas Ale

Son elaboradas usando levaduras cultivadas de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales tienden a flotar sobre la superficie del producto al concluir el proceso de fermentación, es por ello que también pueden denominarse “cervezas de alta fermentación”. Existen diferentes subestilos de este tipo de cervezas de acuerdo a sus características sensoriales y fisicoquímicas.

Cervezas especiales

También llamadas lámbicas, son aquellas que son elaboradas con levaduras silvestres, suelen ser saborizadas con jugos de frutas.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- *Según el color*

Cervezas claras

Se denomina cerveza clara, blanca o rubia a la cerveza cuyo color es inferior a 10 unidades SMR.

Cervezas oscuras

Se denomina cerveza oscura o negra a la cerveza cuyo color es igual o superior a 10 unidades SMR.

- *Según la adición de otros ingredientes (cervezas saborizadas)*

Cerveza con... (Seguido del ingrediente adicionado de origen vegetal)

Es la cerveza a la que se le ha adicionado fruta, jugo y/o extractos de origen vegetal hasta un máximo de 10% en volumen.

Cerveza sabor de... (Seguido del nombre del sabor adicionado)

Es la cerveza a la que se le ha adicionado saborizantes naturales o artificiales aprobados por la Secretaría de Salud.

Cerveza de ... (Seguido del ingrediente del que es elaborada)

Es la cerveza cuya materia prima es otro cereal diferente a la malta de cebada.

- *Según el proceso*

Cerveza de barril

Es aquella que se distribuye a granel y no es pasteurizada ni pasa por el proceso de maduración.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Materias primas

- *Ingredientes obligatorios de la cerveza*

Agua

El agua empleada en la elaboración de cerveza debe ser apta para el consumo humano, de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

El agua potable a utilizar en el proceso podrá ser modificada únicamente en su pH y dureza previamente a su utilización.

Malta

Se entiende por malta de cebada o malta al grano de cebada sometido a la germinación parcial y posterior deshidratación y/o tostado en condiciones tecnológicas adecuadas. Cualquier otro cereal sometido a un proceso de malteo deberá denominarse “malta de...” (seguido del nombre del cereal). Los cereales utilizados en la preparación de la malta para la fabricación de la cerveza deberán estar libres de microorganismos patógenos y de sustancias que puedan dañar la salud de los consumidores, tales como residuos de plaguicidas, libres de insectos o restos de ellos y libres de contaminantes físicos (piedras, metales, vidrio, etc.)

Lúpulo

Son los conos de la inflorescencia del *Humulus lupulus* bajo su forma natural o su derivado industrializado (extractos, pellets, concentrados, etc.) aptos para el consumo humano, libres de residuos de plaguicidas y de sustancias extrañas o perjudiciales para la salud.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Levadura

Son los microorganismos cuya función es fermentar el mosto y dependiendo del tipo de cerveza. Existen dos cepas específicas para la elaboración de la cerveza *Saccharomyces pastorianus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

- *Ingredientes opcionales de la cerveza*

Adjuntos cerveceros

Se entiende por adjuntos cerveceros a las materias primas que sustituyan parcialmente a la malta en la elaboración de cerveza. Su empleo no podrá ser en su conjunto superior al 45% en relación al extracto inicial. Se consideran adjuntos cerveceros a la cebada sin maltear, a los cereales malteados o no, almidones y azúcares de origen vegetal, aptos para el consumo humano. Cuando se trate de azúcares de origen vegetal distintos de los que provienen de cereales, la cantidad máxima de azúcar empleada en relación al extracto inicial deberá ser:

- a. Cerveza clara: menor o igual a 10% en peso.
- b. Cerveza oscura: menor o igual al 25% en peso.

Jugos o extractos de fruta o saborizantes

De acuerdo a lo establecido en la clasificación “Según la adición de otros ingredientes (cervezas saborizadas)”

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Proceso de elaboración

En general el proceso de elaboración consiste de:

- a) Molienda de malta, cereales y adjuntos
- b) Sacarificación. Se realiza un incremento gradual de temperatura, pasando por temperaturas de 45, 60 y 65°C, el tiempo que pase el mosto en cada temperatura dependerá del estilo de cerveza que se elabore.
- c) Filtración y lixiviación. Consiste en añadir agua caliente y arrastrar el líquido que quedó impregnado en la cascarilla, separándola de éste. Obteniéndose el mosto dulce.
- d) Ebullición. El mosto dulce se coloca en una caldera y se añade lúpulo. El proceso se lleva a cabo de 30 a 90 minutos a temperatura de ebullición.
- e) Decantación. Se separan los sedimentos del lúpulo.
- f) Enfriamiento.
- g) Fermentación. El mosto es fermentado por acción de las levaduras (*S. cerevisiae* o *S. pastorianus*). Las condiciones varían entre los 7-22°C/3-5 días dependiendo del tipo de cerveza.
- h) Maduración. El proceso es en frío, condiciones de 0-6°C (3-4 días o hasta 3-4 meses dependiendo del tipo de cerveza).
- i) Filtración.
- j) Pasteurización. Las condiciones son entre 60-65 °C/20 minutos.
- k) Envasado.

Con base en la clasificación establecida en esta norma de acuerdo al *tipo de levadura* las condiciones de fermentación son diferentes por los requerimientos específicos de éstas. Para las cervezas Lager se utiliza levadura (*Saccharomyces pastorianus*) que actúa a baja temperatura, de 6-10°C durante la fermentación. Para las cervezas Ale la fermentación se da en condiciones de altas temperaturas, entre 14 y 20°C, con *Saccharomyces cerevisiae*.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

e. Especificaciones

- *Características generales*

La cerveza debe estar libre de cualquier ingrediente dañino a la salud.

La cerveza puede contener los aditivos mencionados en el apartado correspondiente de esta norma.

La cerveza deberá fabricarse en establecimientos contruidos y mantenidos bajo condiciones higiénicas sanitarias al igual que los equipos como molino, tanques de fermentación, tanques de almacenamiento, filtros y equipos de llenado.

La cerveza deberá estar libre de insectos o restos de ellos y de cualquier otro tipo de fragmento tales como plástico, metales, vidrio y cualquier otra impureza.

- *Especificaciones sensoriales*

Sabor. Alcohólico, a malta y cereales, a lúpulo (amargo), ligeramente ácido, en algunos estilos sabor afrutado y dulce. En algunos casos (cervezas oscuras) los sabores tostados, parecidos al café o al cacao y caramélicos son deseables. Libre de sabores extraños como diacetilo (mantequilla), rancios, metálicos, etc.

Aroma. A malta, floral y en algunos estilos son deseables aromas afrutados, tostados (café o cacao). Libre de aromas extraños.

Aspecto. Traslúcidas, color brillante dependiendo el estilo que se trate, de espuma blanca a amarillo claro (sólo en cervezas oscuras) persistente o no. En algunas cervezas puede aceptarse turbidez (si no está filtrada).

Consistencia. El cuerpo de la cerveza depende del estilo que se trate, puede ser ligera (la mayoría de las cervezas Lager) o puede ser pesada (algunos estilos Ale).

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- Especificaciones microbiológicas

Para ambos tipos de cerveza (Lager y Ale), se deberán cumplir las siguientes especificaciones.

Microorganismo	Límite máximo permisible	Método de prueba
Mesófilos aerobios	100 UFC/mL	NOM-092-SSA1-1994

- Especificaciones fisicoquímicas

Algunas especificaciones en general se presentan en el cuadro siguiente

Requisitos generales		Método de prueba
Grado alcohólico (% v/v)	2.5 – 10.0	PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013
Ph	3.0 – 4.8	NMX-F-317-S-1978
Proteína (g/100mL)	0.46 – 0.75	NMX-F-068-S-1980
Sodio(mg/100mL)	Máximo 4	NMX-F-360-S-1981.
Riboflavina(mg/100mL)	Máximo 0.03	NMX-F-071-1964

A continuación se muestran aspectos fisicoquímicos que son específicos para cada estilo de cerveza.

Cervezas Lager

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)	Densidad final (g/mL)
Light Lager	4.2 – 5.3	2 – 4	8 – 28	1,040 – 1,056	1,004 – 1,015
Pilsner	4.2 – 6.0	3 – 6	25 – 45	1,044 – 1,060	1,008 – 1,017
Amber Lager	4.5 – 5.5	10 – 16	18 – 30	1,046 – 1,052	1,010 – 1,014
Dark Lager	4.2 – 6.0	14 – 30	20 – 32	1,044 – 1,056	1,008 – 1,016
Bock	6.3 – 7.4	6 – 22	20 – 27	1,064 – 1,072	1,011 – 1,019

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Cervezas Ale

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)*	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)**	Densidad final (g/mL)**
Pale Ale	3.8 – 6.0	4 – 16	25 – 50	1,032 – 1,048	1,007 – 1,016
Scottish Ale	2.5 – 6.5	9 – 25	10 – 35	1,030 – 1,130	1,010 – 1,056
American Pale Ale	4.3 – 6.2	5 – 25	20 – 45	1,045 – 1,060	1,010 – 1,016
Indian Pale Ale	5.0 – 10.0	8 – 15	40 – 120	1,050 – 1,090	1,010 – 1,020
Brown Ale	2.8 – 5.4	12 – 35	10 – 30	1,030 – 1,052	1,008 – 1,014
Porter	4.0 – 9.5	20 – 35	18 – 50	1,040 – 1,090	1,008 – 1,024
Stout	4.0 – 12	25 – 40	20 – 90	1,036 – 1,115	1,007 – 1,030

Otras Cervezas

Cerveza	Contenido alcohol (%)	Color (SMR)	Amargor (IBU)	Densidad inicial (g/mL)	Densidad final (g/mL)
Trigo	4.3 – 6.5	2 – 25	8 – 30	1,044 – 1,064	1,010 – 1,015
Lámbicas	5.0 – 8.0	3 – 7	0 – 10	1,040 – 1,060	1,000 – 1,010
Barril*	–	–	–	–	–
Saborizadas*	–	–	–	–	–

*Varía dependiendo del estilo base de elaboración

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- *Aditivos*

Los aditivos permitidos para el proceso de elaboración de cerveza son los siguientes en las siguientes dosis. (Codex alimentarius, 1995)

Aditivo	Dosis máxima (mg/100g)
Caramelo III- Caramelo al amoníaco	50000
Caramelo IV- Caramelo al sulfito amónico	50000
Carmines	100
B-carotenos	600
Dimetilpolisiloxano	10
Etilen diamino tetra acetatos (EDTA)	25
Polivinilpirrolidona*	10
Sulfitos**	50

*Dosis residual. ** Como SO₂ residual

f. Muestreo y métodos de prueba

Para la verificación oficial de las especificaciones sanitarias y fisicoquímicas que se establecen en esta norma, deben aplicarse los métodos de prueba que se señalan en el apartado de referencias.

Durante la elaboración de la cerveza, el pH desciende de 5.3 a 3.5, se produce etanol hasta una concentración de 3 – 6% (o mayor) p/v y descienden sustancialmente las concentraciones de azúcares, aminoácidos y vitaminas; por lo que la cerveza constituye, un medio poco adecuado para el desarrollo de las bacterias perjudiciales para el consumidor. El riesgo microbiológico en la cerveza tiene que ver más con la calidad sensorial de la misma, es por eso que el número de géneros y especies que se especifican en esta norma es limitado.

Además de otorgar estabilidad microbiológica, el pH bajo es indispensable para que se lleven a cabo las reacciones bioquímicas (en la operación de sacarificación), ayuda en la coagulación de proteínas y reduce en gran medida el grado de extracción de taninos (que dan un sabor astringente indeseable).

Para determinar el pH del producto final, se deberá realizar el método enunciado por la NMX-F-317-S-1978. Determinación de pH en alimentos.

Para determinar los microorganismos que pueden afectar sensorialmente a la cerveza (mesófilos aerobios) existe un método de prueba oficial, contenido en la NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

El nivel de alcohol es un parámetro característico del producto por lo que su determinación es importante y varía dependiendo del tipo de cerveza que se trate. En el PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial; se encuentra el método de prueba.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

La determinación de color en la cerveza es importante porque influye en el agrado del consumidor, este se produce por la reacción de Maillard en el proceso de malteo, esto es importante para determinar el poder enzimático de la malta, lo que resultará en el grado en el que ésta se convierte en azúcares fermentables. A mayor intensidad de color, menor es el poder enzimático de la malta. A su vez, esta reacción aporta sabor a la bebida final por lo que el color le dará al consumidor una idea del sabor del estilo de cerveza que está degustando (Ver apéndice normativo A).

No existe un método oficial para su determinación en la cerveza sin embargo se recomienda el siguiente:

El método espectrofotométrico, se basa en medir la absorbancia de la cerveza previamente desgasificada a una longitud de onda de 430nm y 700nm a 20°C. (AOAC, 1995)

El color se obtiene en unidades SMR, dichas unidades corresponden a:

$$SMR = 10A_{430nm}$$

Por otra parte, la determinación de densidad en la etapa inicial de la elaboración de cerveza proporciona un aproximado de la cantidad de azúcar que está disponible para la fermentación de la levadura. Se relaciona con la densidad final, que indica la cantidad de azúcar que no consumió la levadura (y por consiguiente indica un aproximado de la cantidad de alcohol generado), esto es un control importante para frenar la fermentación en el momento justo preservando características de dulzor en algunas cervezas y el grado alcohólico. El método de prueba para realizar estas mediciones es el siguiente, tomado de NMX-V-032-S-1980. Bebidas alcohólicas. Determinación de densidad relativa.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

El amargor se mide en IBU que es una medida de la concentración de iso alfa ácidos provenientes del lúpulo en partes por millón, su medición es importante porque es un rasgo característico de sabor en la cerveza. No existe un método de prueba oficial para su determinación, sin embargo se puede realizar una comparación sensorial.

g. Etiquetado

Los productos objeto de esta norma, deben sujetarse al menos a lo siguiente:

Disposiciones generales

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.

Las bebidas alcohólicas preenvasadas deben presentarse con una etiqueta en la que se describa o empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que se refieren al producto, permitiéndose la descripción gráfica de la sugerencia de uso, empleo, preparación, a condición de que aparezca una leyenda alusiva al respecto.

Requisito de información

En las etiquetas de las bebidas alcohólicas deberán figurar los siguientes requisitos:

- Nombre o marca comercial del producto
- Nombre o denominación genérica del producto.
- Indicación de la cantidad conforme a la NOM-030-SCFI-1993. Información comercial-declaración de cantidad en la etiqueta-especificaciones.
- Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del productor o responsable de la fabricación para productos nacionales. En caso de productos importados, esta información deberá ser proporcionada a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial por el importador a solicitud de ésta. La Secretaría proporcionará esta información a los consumidores que así lo soliciten cuando existan quejas sobre los productos.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- Leyenda que identifique el país de origen del producto o gentilicio, por ejemplo: "producto de _____", "Hecho en _____", "Manufacturado en _____", u otros análogos, sujeto a lo dispuesto en los tratados internacionales de los cuales México sea parte.
- Tratándose de productos importados: nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del importador. Esta información puede incorporarse al producto en territorio nacional, antes de la comercialización del producto.
- Tratándose de la cerveza importada: el nombre y el domicilio del importador o registro federal de contribuyentes y la leyenda precautoria que menciona el artículo 218 de la Ley, deben estar impresos en la etiqueta de la botella, o grabados en el envase mismo cuando se trate de presentación en lata, antes de su internación al país.
- Contenido de alcohol
 - Indicar el por ciento de alcohol en volumen a 20°C, debiendo usarse para ello la siguiente abreviatura % Alc. Vol.
- Lote
 - Cada envase debe llevar grabada o marcada la identificación del lote al que pertenece con una indicación en clave.
 - La identificación del lote, que incorpore el fabricante, no debe ser alterado u oculto de forma alguna.
- Leyendas precautorias
 - Toda bebida alcohólica debe ostentar en el envase o etiqueta la leyenda precautoria establecida en el Artículo 218 de la Ley.
 - Las bebidas alcohólicas con aspartame deben ostentar en el envase o etiqueta la leyenda: "Fenilcetonúricos: Contiene fenilalanina".
- Lista de ingredientes
 - La lista de ingredientes para cualquier tipo de cerveza es opcional.
 - Si se incluye, debe ir encabezada por el término "ingredientes".
 - Los ingredientes deben enumerarse por orden cuantitativo decreciente.
 - Cuando se declare el uso de los aditivos para alimentos permitidos en la elaboración de bebidas alcohólicas; debe emplearse el nombre específico

Propuesta de Norma para la cerveza en México

del aditivo sin menoscabo de que también se puedan utilizar las denominaciones genéricas.

- Información opcional
- Instrucciones de uso

La etiqueta puede contener las instrucciones sobre el modo de empleo o preparaciones (recetas).

- Información adicional
 - En la etiqueta puede presentarse cualquier información o representación gráfica, así como material escrito, impreso o gráfico, siempre que esté de acuerdo con los requisitos obligatorios de la presente norma.
- Presentación de la información
 - Las cervezas preenvasadas deben ostentar, la información de la etiqueta en idioma español, sin perjuicio de que se presente en otros idiomas. Cuando sea este el caso, debe aparecer cuando menos con el mismo tamaño y proporcionalidad tipográfica y de manera igualmente ostensible.
 - Deben aparecer en la superficie principal de exhibición, cuando menos, la marca y la denominación del producto comercial, así como la indicación de la cantidad. El resto de la información a que se refiere esta Norma Oficial Mexicana puede incorporarse en cualquier otra parte de la etiqueta o envase.

h. Envasado y embalaje

Envase

Los productos objeto de esta norma se deben envasar 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 será permitida la reutilización de envases, cuando el tratamiento que se le dé, garantice la inocuidad del mismo.

Los productos objeto de esta norma, únicamente podrán envasarse en botellas de vidrio o polietilén tereftalato, 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

Embalaje

Se debe usar material resistente que ofrezca la protección adecuada a los envases para impedir su deterioro exterior, a la vez que faciliten su manipulación, almacenamiento y distribución.












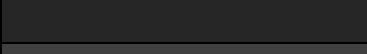
i. Concordancia con normas internacionales

Esta norma no tiene concordancia con normas internacionales.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Apéndice normativo A

En el cuadro siguiente se resume la escala de unidades de color (SRM), dando su valor experimental, una referencia visual y un descriptor de color

Descriptor color	Referencia visual	SMR (valor)
Paja		2 a 3
Amarillo		3 a 4
Oro		5 a 6
Ámbar		6 a 9
Ámbar oscuro		10 a 14
Cobre		14 a 17
Café claro		17 a 18
Café		19 a 22
Café oscuro		22 a 30
Café muy oscuro		30 a 35
Negro		30 +
Negro, opaco		40 +

III CONCLUSIONES

Tomando como referencia la normatividad internacional para la elaboración de la cerveza y una extensa revisión bibliográfica, se propusieron una serie de especificaciones que ayudarán en la tarea de asegurar la calidad del producto que se pone al servicio del consumidor.

La calidad de la cerveza depende de varios factores que tienen relación con las materias primas utilizadas y con el proceso de elaboración, dentro de esta revisión bibliográfica se observó que no sólo se requiere regulación en la producción, sino también de los insumos de la industria ya que éstos proporcionan a la bebida sus características principales.

Se pretende mejorar la calidad de la cerveza que ofrecen las empresas ya establecidas y a su vez se fomenta la apertura de nuevas empresas que tengan estándares adecuados para la elaboración de un producto competitivo.

Dicha propuesta propicia la mejor competencia a nivel internacional de la cerveza producida en México, al regular y asegurar la calidad de las mismas.

Al promover el desarrollo económico nacional a través del fomento a la creación de micro, pequeñas y medianas empresas incrementa su participación en los mercados, que generen mayor valor agregado nacional.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

VI BIBLIOGRAFÍA

- ACERMEX (2013). *Sitio web de la Asociación Cervecera de la República Mexicana*. Recuperado el 13 de Febrero de 2014, de <http://www.pymempresario.com/temas/acermex/>. Fecha de actualización: Diciembre 2013
- AOAC. (1995). *Cerveza. Métodos de análisis*. Recuperado el 02 de Febrero de 2014, de <http://www.usc.es/caa/MetAnalisisStgo1/cervezas1.pdf>
- Bamforth, C. (2006). *Brewing. New Technologies*. Cambridge: CRC Press.
- The Barth Report. (2013). <http://www.barthhaasgroup.com/en/news-and-reports/the-barth-report-hops/2000-2013>. Fecha de actualización: Enero 2014
- Baxter, E., y Hughes, P. (2001). *Beer Quality, Safety and Nutritional Aspects*. The Royal Society of Chemistry.
- BCJP (2013). The BJCP website. Beer Judge Certification Program, Inc., 1999-2013, URL: <http://www.bjcp.org/index.php>. Fecha de actualización: 12 de Febrero de 2014
- Belitz, (1997). *Química de los alimentos*. Segunda edición. Zaragoza: Acribia
- CANICERM. (2011). *Sitio web de la Cámara Nacional de la Industria de la Cerveza y la Malta*. Recuperado el 19 de Abril de 2013, de <http://www.canicerm.org.mx/produccion.html>. Fecha de actualización: Septiembre 2011.
- Codex alimentarius. (1995). *Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios*. Recuperado el 3 de Octubre de 2013, de http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf
- Código Alimentario Argentino, Capítulo 13, Artículo 1080. *Bebidas Fermentadas*. Recuperado el 28 de Mayo de 2013 en http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/marco/ca/capitulo_13.htm

Propuesta de Norma para la cerveza en México

- DGN. (2014). Dirección General de Normalización. Requisitos de aplicación de normas. Recuperado el 02 de Febrero de 2014, de <http://www.aldf.gob.mx/direccion-general-normatividad-910-6.html>
- DOF. (2014). Diario Oficial de la Federación. Leyes y reglamentos. Recuperado el 02 de Febrero de 2014, de <http://www.dof.gob.mx/>. Fecha de actualización: 02 Febrero 2014
- FAO/OMS. (2001). *Garantía de la inocuidad y calidad de los alimentos*. Recuperado el 05 de 05 de 2013, de http://www.who.int/foodsafety/publications/capacity/en/Spanish_Guidelines_Food_control.pdf
- Fennema, Owen (2000). Capítulo 4 (Carbohidratos) en *Química de alimentos*. Tercera edición. Zaragoza:Acribia.
- Food-Info. (2013). Productos alimenticios. Cerveza. Recuperado el 13 Mayo de 2013, de <http://www.food-info.net/es/qa/qa-fp85.htm>. Fecha de actualización 13 de Mayo de 2013.
- García Garibay, M.; Quintero Ramírez, R.; López-Munguía Canales, A. (1993). Capítulo 8 (Bebidas alcohólicas no destiladas) y 9 (Alimentos y bebidas fermentados tradicionales) en *Biología Alimentaria* (págs 270-320). D.F.: Limusa.
- Hoseney, R. (1991). Malteado y preparación de bebidas. En R. Hoseney, *Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales* (págs. 181-190). Zaragoza: Acribia.
- Hough, J. (1990). *Biotechnology of mltling and Brewing*. Press: Cambrige University.
- INDUCERV S.A.S. (2009). *La cerveza*. Recuperado el 21 de Abril de 2013, de http://www.apostol.com.co/la_cerveza.php. Fecha de actualización: Año 2009

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Monsalvo, L. M. (2010). *A partir del programa HACCP establecer los indicadores clave en el proceso de elaboración de cerveza*. D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

Norma Oficial Mexicana NOM-030-SCFI-2006, Información comercial.
Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones.

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Norma Mexicana NMX-F-317-S-1978. Determinación de ph en alimentos.
Determination of pH in foods. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Norma Mexicana NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación de proteínas.
Foods. Determination of proteins. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Norma Mexicana NMX-F-360-S-1981. Alimentos para humanos. Determinación de cloruros como cloruro de sodio (método de Volhard). Foods for humans.
Determination of chlorides as sodium chloride (Volhard method). Normas mexicanas. Dirección general de normas.

Norma Mexicana NMX-F-071-1964. Método de prueba para la determinación de riboflavina. Riboflavin determination. Test method. Normas mexicanas.
Dirección general de normas.

Propuesta de Norma para la cerveza en México

Norma Mexicana NMX-V-032-S-1980. Bebidas alcohólicas. Determinación de densidad relativa. Alcoholic beverages. Determination of density. Normas mexicanas. Dirección general de normas.

NTON 03 038-06. (25 de Octubre de 2007). *Norma Técnica Nicaragüense de bebidas fermentadas. Cervezas. Especificaciones*. Recuperado el 19 de Abril de 2013, de Gaceta no. 205. Normas Jurídicas de Nicaragua: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/2ad787f776004acf062570f4005fb369?OpenDocument>

Piano, J., Guijarro, M., y Garrido, L. B. (2003). Cerveza y Nutrición. *Spin cero. Cuadernos de ciencias. No. 7, 74-76*.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial

Real Decreto 53/95. (9 de Febrero de 1995). *Marco Legal*. Recuperado el 19 de Abril de 2013, de Reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración y comercio de la cerveza y de la malta líquida: http://www.cerveceros.org/cont_mlegal.asp

Rodriguez, H. A. (2003). *Determinación de parámetros fisicoquímicos para la caracterización de cerveza tipo Lager*. Compañía Cervecería Kunstmann S.A. Universidad Austral de Chile.

Sendra, J., y Carbonell, J. (1999). *Evaluación de propiedades nutricionales, funcionales y sanitarias de cerveza en comparación con otras bebidas*. Instituto de Agroquímica y Tecnología de alimentos.

USDA, (2011). The USDA web site. Nutrient Data Base. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de <http://ndb.nal.usda.gov/>. Fecha de actualización: 07 de Diciembre de 2011.