



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

PARÁMETROS DE CALIDAD PARA CERVEZA ARTESANAL

TRABAJO MONOGRÁFICO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO DE ALIMENTOS

PRESENTA

EDUARDO REYNA ZURITA



CDMX.

2020



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: **Profesor: BERTHA JULIETA SANDOVAL GUILLÉN**

VOCAL: **Profesor: FRANCISCO RUIZ TERÁN**

SECRETARIO **Profesor: ARTURO ENRIQUEZ PEÑA**

1er. SUPLENTE: **Profesor: ZAIRA BERENICE GUADARRAMA ÁLVAREZ**

2° SUPLENTE: **Profesor: JANELI SOLÍS GÁRFIAS**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: BIBLIOTECA CENTRAL UNAM

ASESOR DEL TEMA:

Bertha Julieta Sandoval Guillén

SUSTENTANTE (S):

Eduardo Reyna Zurita

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	3
Cerveza	4
1.1. Materias Primas	8
1.2. Proceso de Elaboración	13
1.3. Producción de cerveza artesanal en México	21
1.4. Clasificación General de la Cerveza (estilos)	24
1.5. Defectos en la cerveza	26
2. Normatividad	33
2.1. Generalidades	33
2.2. Normatividad Nacional	35
3. Parámetros de Calidad en la Cerveza	39
3.1. Materia Prima	39
3.1.1. Malta	39
3.1.2. Agua	41
3.1.3. Lúpulo	42
3.1.4. Levadura	45
3.1.5. Adjuntos	47
3.2. Proceso	50
3.3. Producto Terminado	53
3.3.1. Análisis Sensorial	54
3.3.2. Análisis Fisicoquímicos	59
3.3.3. Vida de anaquel	63
Conclusiones	65
Bibliografía	66

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la comunidad cervecera ha crecido exponencialmente y esto lleva a que cada vez más personas produzcan su cerveza a nivel artesanal, ya sea para el autoconsumo o como microempresa. Aunque representa el 0.1% de la producción nacional de cerveza, la artesanal está en su mejor momento y se aproximan tiempos mejores. De acuerdo con Acermex en México hay 650 cerveceras artesanales. (Forbes, 2018)

Tener conocimientos en materia prima, normas y seguridad e higiene es de suma importancia en cualquier producción de alimentos y bebidas.

La limpieza se presenta como imprescindible en cada uno de los procesos, desde el molido, hasta el depósito de llenado, pasando por las distintas fases de filtrado y de cocción hasta llegar al tanque de fermentación, deben limpiar y sanitizar su línea de producción.

Todavía hay cerveceros a los que parece no preocuparles demasiado el sanitizar su línea de producción. Se ha demostrado que muchas cervezas producidas artesanalmente presentan variaciones en los procesos de elaboración que desperdician toda la inversión y el trabajo.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de presentar un documento que incluya algunas bases para que la producción de cerveza artesanal en pequeñas empresas puedan establecer estándares de calidad.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Recopilar información acerca del proceso de la elaboración de la cerveza artesanal, parámetros de calidad en procesos, materia prima, adjuntos y producto terminado para establecer los estándares mínimos de calidad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Revisar el proceso de elaboración de cerveza para identificar los principales puntos críticos que afectan la calidad.
- Analizar los diferentes parámetros aplicados a la industria cervecera para establecer las principales especificaciones de calidad de cervezas artesanales
- Proponer un protocolo para determinar la fecha de consumo preferente en este tipo de bebidas.

1. Cerveza

Una cerveza artesanal es una bebida fermentada de cereal, elaborada en pequeñas cantidades y, por lo tanto, se le da máxima atención a cada pequeño detalle, asegurando un producto final de la mayor calidad y fresca. Gran parte del proceso se realiza de forma manual. (Vera, 2017)

Según la RAE la cerveza es una bebida alcohólica hecha con granos germinados de cebada u otros cereales fermentados en agua y aromatizado con lúpulo.

Varias civilizaciones antiguas han contribuido a que la cerveza sea hoy un producto más complejo. (Cerveza Artesana, 2014d)

Historia de la cerveza

Los principales hechos históricos que acompañan la producción de la cerveza se representan en las líneas de tiempo elaboradas con los datos reportados en Cervecistas, 2018 para la Historia en general (ver **Figura 1a y b**) y en Viva la Chela, 2020 y FISAC, 2006 para la Historia de la cerveza en México (ver **Figura 2a, b y c**).

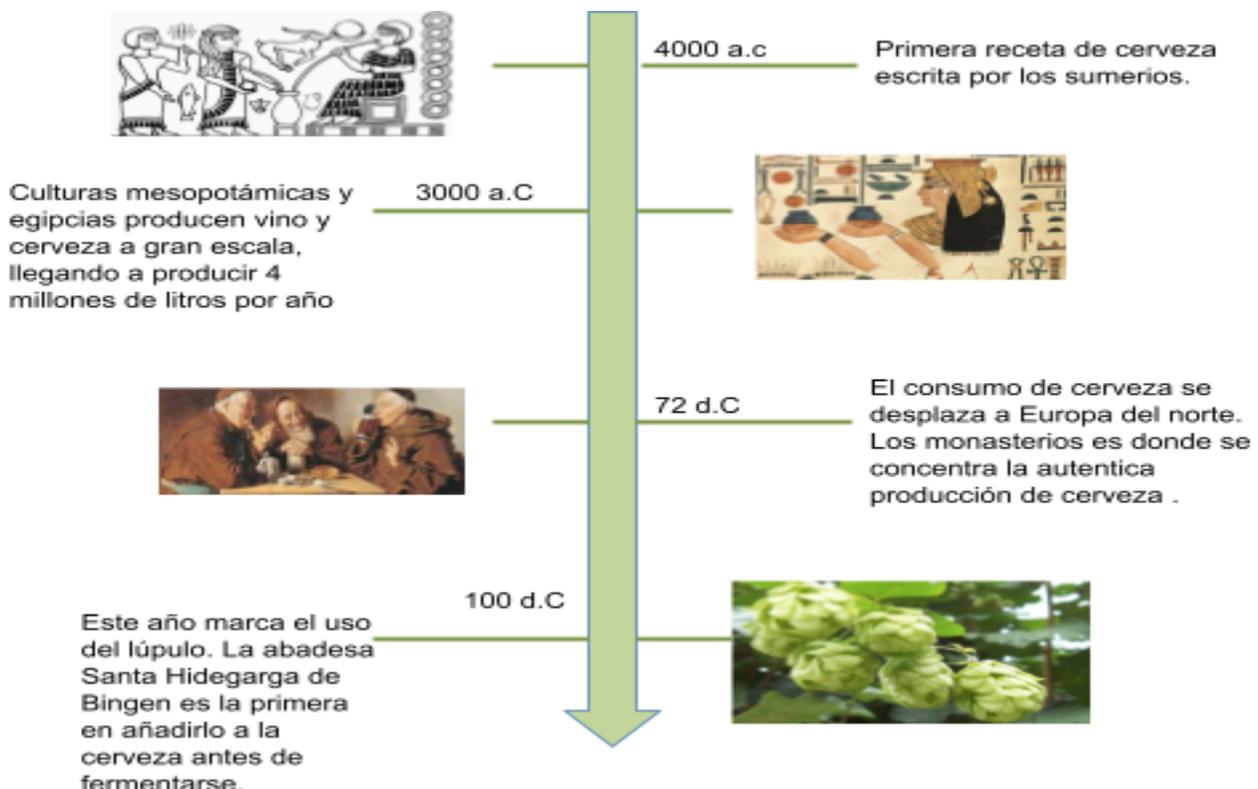


Figura 1a. Línea del tiempo historia de la cerveza (de 400 aC a 100 dC.)(Cervecistas, 2018)



Figura 1b. Línea del tiempo de la historia de la cerveza (de 1516 d.C. al S. XX) (Cervecistas, 2018)

Historia de la cerveza en México

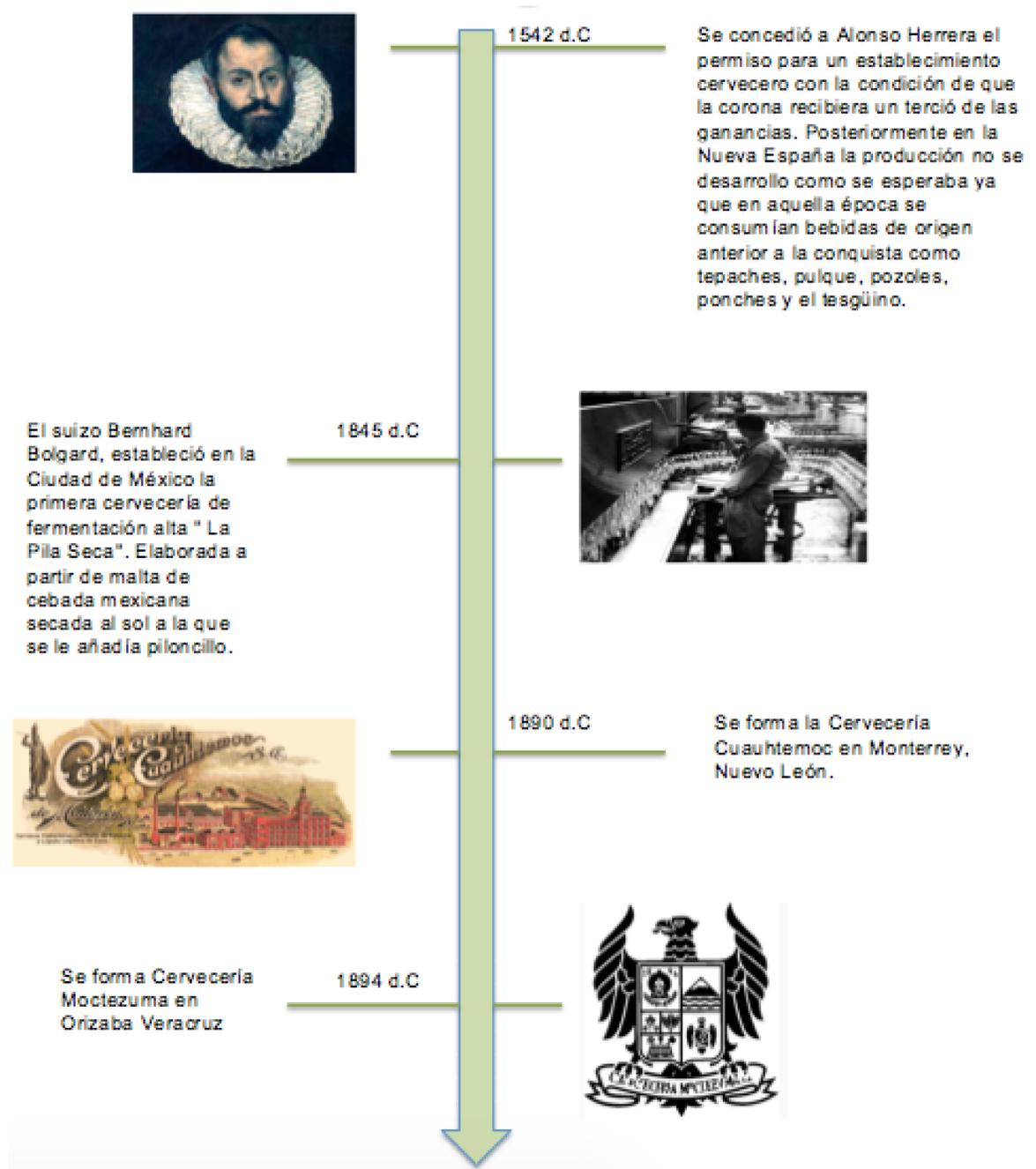


Figura 2a. Línea del tiempo Historia de la cerveza en México (1542-1894 d.C.) (Viva la Chela, 2020) (FISAC, 2006)



Figura 2b. Línea del tiempo Historia de la cerveza en México (1899-1995 d.C.) (Viva la Chela, 2020) (FISAC, 2006)

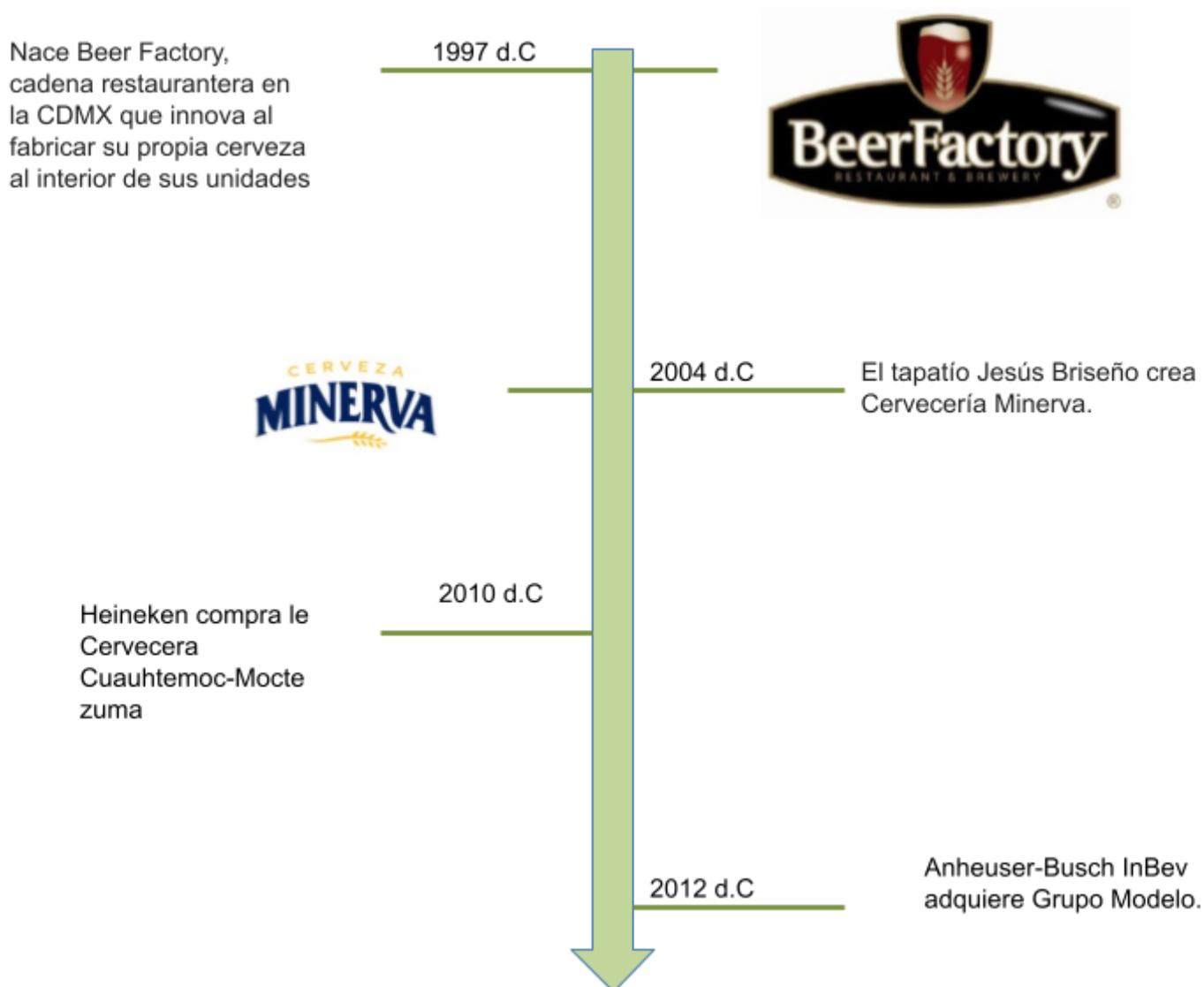


Figura 2c. Línea del tiempo historia de la cerveza en México (1997-2012) (Viva la Chela, 2020) (FISAC, 2006)

1.1. Materias Primas

Desde hace cientos de años, casi toda la cerveza de consumo masivo de todo el mundo, se elabora con cuatro ingredientes fundamentales, que son: agua, malta, lúpulo y levadura. La cerveza artesanal emplea en ocasiones otros ingredientes, casi todos ellos de origen vegetal, para hacer un producto con aromas, sabores y colores más atractivos.

Existen distintos tipos de malta, lúpulo y levadura que en conjunto con la calidad del agua dan lugar a varios tipos de cerveza (Giner, 2020). En el **Anexo 1** (Punto A.1.2) se muestra un listado de proveedores de materia prima para la producción

de cerveza artesanal en México. Se revisarán estos 4 ingredientes y algunos adjuntos que se le pueden añadir a la cerveza artesanal.

Cebada

La cebada es una planta gramínea, originaria de Asia occidental y es uno de los cultivos más antiguos de la historia humana. Una planta gramínea se caracteriza por dar granos en lugar de flores. Su apariencia es similar a la del trigo. Existen 2 tipos de cebada, la cebada de 2 hileras y de 6 hileras. (Martínez y Jiménez, 2013) Aunque unos autores (Baik y Ullrich, 2008) indican que la cebada tiene dos usos principales: como alimento de ganado (6 hileras) y para la producción de malta cervecera (2 hileras), en la NMX-FF-043-2003 se menciona que ambos tipos de cebada se pueden emplear para elaborar malta, siempre y cuando cumplan con las especificaciones establecidas.

La malta es el grano de cebada germinado y posteriormente secado en condiciones controladas. La composición del grano de cebada maduro y de la malta son determinantes para la calidad de la cerveza. (Shewry, Napier y Tatham, 1995)

Los granos de cebada no tienen azúcares fermentables, por lo tanto, el almidón de los granos debe ser sacarificado en el proceso de maceración.

El proceso de malteo consta de 3 etapas: Remojo, Germinación y Secado.

El objetivo de estas etapas es controlar el crecimiento del germen del grano de cebada.

La cebada se puede almacenar en silos o llevar directamente a malterías donde el grano puede ser limpiado, secado o clasificado dependiendo del análisis y capacidades de la maltería. Pero las primeras operaciones deben ser; la limpieza y clasificación, sin importar el origen. La cebada contiene impurezas del campo: piedras, tallos, palos, etc, y otros granos. Las malterías cuentan con equipo de limpieza de grano que remueven todos estos desechos no deseados, tales como: semillas, pequeñas piedras, granos rotos, basura, rastras de metales y polvo.

Después del proceso de limpieza, se analiza el lote recibido. Cuando el grano esté maduro y tenga entre 85 y 90% de germinación, podrá enviarse a remojo, esta

fase se realiza con la finalidad de limpiar e hidratar los granos de cebada. Se realiza en tinas con aireación para evitar que muera por ausencia de oxígeno.

El remojo incrementará el nivel de humedad entre un 38-43%, el agua utilizada debe cumplir la NOM-127-SSA1-1994 (MOD. 2000) para remojar la cebada. Se puede calentar o enfriar dependiendo del maestro maltero para mantener un intervalo de temperatura durante el proceso de malteado, con estas condiciones los granos incrementan su metabolismo dando lugar a la germinación.

La germinación comienza con la presencia de un embrión en el grano, y ocurren cambios bioquímicos en el núcleo que afectan su estructura y composición. El endospermo es la energía de reserva que alimenta a la planta en crecimiento y está conformado por grandes estructuras de almidón dentro de una matriz de proteínas y carbohidratos complejos. A medida que avanza la germinación se presenta una intensa actividad enzimática sobre la pared celular: las proteasas transforman proteínas insolubles en aminoácidos solubles y las beta-glucanasas liberan glucosa, por ellos el grano se vuelve suave y harinoso.

Para detener el crecimiento de la plántula y conservar la actividad enzimática, la germinación se interrumpe mediante el secado.

El principal objetivo del secado es remover la humedad y detener la actividad enzimática que se produjo en el proceso, para obtener la malta deseada. El maestro maltero puede producir una amplia gama de sabores y colores en la malta con solo ajustar algunas variables. Las maltas muy pálidas se pueden tostar en horno a una temperatura de 76 °C (170°F) mientras que las maltas más oscuras y aromáticas pueden alcanzar una temperatura de 110 °C (230°F). (Mallett, 2014)

Agua

Un cervecero debe pensar en el agua y las fuentes de agua de la misma manera que las variedades de lúpulo y tipos de maltas. El agua tiene distintos perfiles químicos, por lo tanto, hay varios beneficios para diferentes estilos de cerveza.

El primer requerimiento para la fabricación de la cerveza es que el agua cumpla con los parámetros establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 (MOD. 2000). Una fuente de agua puede ser apta para beber, pero no para la producción de cerveza.

El agua no debe contener cloro o cloraminas ya que afectan el sabor de la cerveza. Generalmente, el agua para la producción de cerveza debe de tener mínimo 50 ppm de calcio para mejorar el macerado, buena fermentación y la clarificación de la cerveza. (Palmer y Kaminski, 2013)

La alcalinidad en la producción de cerveza se ve como algo que se debe eliminar. Sin embargo, una baja alcalinidad puede ayudar a obtener colores más claros en las cervezas. Aunque el calcio y la alcalinidad son aspectos muy importantes en el agua de la producción de la cerveza, muchos otros iones pueden tener efectos sustanciales en la percepción del sabor. El sabor de la cerveza debe servir como guía para una apropiada composición en el agua.

Por ejemplo, la relación sulfato - cloruro en el agua puede afectar en la distinción de un sabor maltoso o amargo y la percepción de cuerpo o sequedad en la cerveza. (Palmer y Kaminski, 2013)

Lúpulo

Los lúpulos son flores cónicas de una enredadera nativa de las regiones templadas de América del Norte, Europa y Asia. La especie se separa en macho y hembra y solo las enredaderas hembra producen los conos. Las hojas se parecen a las hojas de uva y los conos se asemejan vagamente a los conos de pino, pero son de color verde claro y delgados. En la base de los pétalos están las glándulas de lupulina amarillas que contienen los aceites esenciales y resinas tan apreciadas por los cerveceros. (Palmer, 2006)

Las glándulas de lupulina contienen resinas duras y blandas, aceites de lúpulo y polifenoles. Las resinas suaves incluyen ácidos alfa y beta ácidos, los cuales contribuyen al amargor. A principios del siglo XX, los científicos (Chapman, 1905) pensaban que las resinas duras no tenían valor de preparación, pero investigaciones recientes indican que pueden aportar un agradable amargor. (Hieronymus, 2012)

Los lúpulos proveen balance y son la firma en muchos estilos. El amargor que es aportado por los lúpulos da un balance al dulzor de los azúcares de la malta.

Los principales agentes del amargor son las resinas que contienen alfa-ácidos, son insolubles en agua hasta que se isomerizan por ebullición.

Entre más dure el lúpulo en hervor, será mayor el porcentaje de isomerización y más amarga será la cerveza. Sin embargo, los aceites contribuyen con sabores y aromas característicos, pero son volátiles y se pierden durante el hervido. Hay muchas variedades de lúpulos, pero usualmente se dividen en 3 categorías: amargor, aroma y mixtos. Los lúpulos amargos tienen alta concentración de alfa ácidos, alrededor del 10% de su peso. Los lúpulos de aroma son de concentración más baja, alrededor del 5% y contribuyen más a sabores y aromas en la cerveza. (Palmer, 2006)

Levadura

La levadura cervecera (*Saccharomyces cerevisiae*), se reproduce asexualmente separándose en pequeñas células hijas. La levadura se somete a un proceso de fermentación, que le permite desarrollarse en ambientes aerobios y anaerobios, este consiste en hacer que las células de levadura consuman azúcares simples como la glucosa y la maltosa (que se encuentran en el mosto) y produzcan dióxido de carbono y etanol. Además, la levadura produce muchos otros compuestos, incluyendo ésteres, cetonas, compuestos fenólicos y ácidos grasos. Los ésteres son los compuestos moleculares responsables de las notas frutales en la cerveza, los fenoles causan notas picantes.

Hay 2 tipos de levaduras, levadura ale (*Saccharomyces cerevisiae*) y levadura lager (*Saccharomyces pastorianus o carlsbergensis*). La temperatura óptima de *S. cerevisiae* es de 18°- 22 °C y la de *S. pastorianus o carlsbergensis* de 8° - 15°C. (Palmer, 2006) En el Anexo 1 se muestra un listado de proveedores de levaduras.

Adjuntos

Generalmente son cualquier fuente de almidones que se hidrolizan en azúcares fermentables, pero éstos no son propios de la malta que se obtuvo de la cebada, se utilizan para reducir costos, para obtener cervezas con mayor contenido

alcohólico, para dar ciertos atributos a la cerveza como retención de espuma o más cuerpo y para hacer cervezas más dulces. La lista de adjuntos es larga pero los más utilizados son granos sin maltear como el arroz, centeno, maíz con almidón modificado (sin proteínas y grasas) *grits de maíz* o el jarabe de maíz que contiene (fructosa, maltosa y dextrosa) . Es requisito que los adjuntos tengan un bajo contenido de grasas (inferior al 1%), además no deben impartir sabor. (Hough, 1990)

1.2. Proceso de Elaboración

La ciencia, la industria y sobre todo, el mercado han puesto reglas a una actividad que no salió del ámbito doméstico durante siglos; el proceso de elaboración de cerveza ha cambiado a lo largo de su historia. La tecnología hace posibles estilos y aromas y sabores inimaginables hace unos años. (Giner, 2019)

A continuación, se describe el proceso, sugerido, para la elaboración de cerveza de manera artesanal:

Molienda

La molienda es el primer paso para la producción de cerveza. Existen diferentes equipos usados por cerveceros alrededor del mundo, el método más simple para controlar la trituración de la malta es pasando el grano entre cilindros rotativos con espacio cerrado. Hay versiones de manivela simples, asequibles y efectivas disponibles para cerveceros caseros y nano-cervecerías.

La molienda ideal, para una cervecería típica, es la que permita la separación de la cáscara del grano con un mínimo de daño, todo mientras se tritura el endospermo a un tamaño de partícula pequeño, pero uniforme.

El cervecero requiere que la cascarilla quede lo más intacta posible por múltiples razones. Una de estas es que la cáscara contiene niveles elevados de compuestos polifenólicos. Romper la cascarilla en pequeños fragmentos incrementa la concentración de polifenoles en el mosto, los cuales pueden aportar taninos y sabores astringentes. Un tamaño de partícula más grande proporciona la

estructura para un lecho de filtración y porosidad, una cualidad esencial para una separación de extractos rápida y eficaz.

Cuando la molienda se hidrata en el macerado, las enzimas en la malta se activan, a la temperatura óptima, y se liberan para actuar sobre las proteínas o los sustratos de almidón. Mientras el tamaño de partícula del endospermo disminuye, el área superficial incrementa, y como resultado, las enzimas actúan más rápido sobre los sustratos del endospermo. Es por esto que romper el endospermo en pequeños fragmentos generalmente resulta en una mejor extracción de almidón o azúcares del mosto. (Mallett, 2014)

Maceración

La maceración es el proceso físico donde se combinan las maltas especiales, la malta triturada, adjuntos que contienen almidones y agua. El proceso continúa durante un periodo de tiempo con ajustes de temperatura controlada, que activan las diferentes enzimas para descomponer los almidones y las proteínas solubles.

Hay muchas variables que pueden influir en el comportamiento y la eficiencia de la actividad enzimática, estas variables influyen directamente en el sabor de la cerveza.

Hay 2 tipos de enzimas, de comportamiento significativo, para un productor de cerveza. Estas son: 1) proteasas o enzimas proteolíticas (hidrólisis de proteínas), y 2) diastasas o enzimas diastásicas (hidrólisis de almidón).

Las enzimas proteolíticas hidrolizan cadenas largas de proteína obteniendo cadenas simples que mejoran la calidad y las características de la fermentación.

A temperaturas ideales de 45-50 °C (113-122 °F), enzimas proteolíticas hidrolizan a las proteínas hasta reducirlas en aminoácidos, los cuales pueden usar la levadura como nutriente. Los nutrientes que se generan por estas enzimas determinan qué tan bien atenuado estará el mosto.

A temperaturas ideales de 50-60°C (122-140°F) otras enzimas proteolíticas rompen a las proteínas en formas que mejoran la espuma de la cerveza y ayudan en la clarificación.

El proceso y la etapa en la que un cervecero activa enzimas proteolíticas se le denomina descanso proteico.

Las enzimas diastásicas convierten el almidón en azúcares fermentables y dextrinas no fermentables (estas son responsables de dar a la cerveza mayor cuerpo y una sensación cremosa en la boca).

Hay 2 enzimas diastásicas que tienen mayor actividad durante el proceso de macerado. Estas son la alfa-amilasa y la beta-amilasa. La combinación de su acción rompe las grandes cadenas de almidón (maceración con temperaturas establecidas) en cadenas más cortas, azúcares y dextrinas. Durante el proceso de macerado los cerveceros buscan convertir los almidones en azúcares y dextrinas.

Las alfa-amilasas hidrolizan cadenas muy largas de almidón, reduciéndolas a cadenas más cortas, de uno, dos o tres moléculas de glucosa, no fermentables y llamadas dextrinas. Este proceso de reducción de cadenas muy largas de almidón se llama dextrinización.

Las beta-amilasas rompen, por los extremos, ambas cadenas de almidón; largas y medianas, reduciéndolas en azúcares fermentables como glucosa, maltosa o maltotriosa. A este proceso se le conoce como sacarificación.

La alfa-amilasa trabaja mejor (pero no exclusivamente) a temperaturas entre 65-67°C (149-153°F) y se desactiva en 2 horas a temperatura de 67°C (153 °F). Por otro lado, la beta-amilasa trabaja mejor (pero no exclusivamente) a temperaturas entre 52-62°C (126-144°F). Y se desactiva dentro de 40-60 minutos a temperatura de 65°C (149°F).

Es importante que el cervecero se de cuenta que ambas enzimas generalmente trabajan juntas a temperaturas entre 63-70°C (145-158°F). En general entre más alta sea la temperatura del macerado se producirán dextrinas (cerveza con cuerpo). Mientras a bajas temperaturas en el macerado se producen más azúcares fermentables (cervezas con menos cuerpo, y mayor contenido alcohólico). (Papazian,2003)

Ebullición del mosto

En esta etapa del proceso se hierve mosto (extracto de malta) que contiene azúcares, minerales y proteínas, lúpulo, otros azúcares, adyuvantes y clarificantes. La mayoría de estos ingredientes se pueden añadir indiscriminadamente al comienzo del hervor, pero es mejor para el proceso cronometrar el hervor desde que comienza y anotar los minutos en los que se adicionan los ingredientes. Generalmente de 30 minutos a 1 hora es un tiempo adecuado para hervir el mosto. El lúpulo, para aromatizar, se añade en los últimos minutos de la cocción. Generalmente el sabor se preservará y se extraerá por no más de 10 minutos de ebullición. Los compuestos aromáticos de lúpulo se disipan rápidamente y se deben dejar reposar durante 1-2 minutos, únicamente, si se desea aroma a lúpulo en la cerveza terminada.

La razón para calentar a ebullición es que a mayor temperatura se extrae el amargor deseado del lúpulo deseado, es necesario hervir por lo menos media hora para facilitar la isomerización de los alfa-ácidos que permiten que las resinas amargas del lúpulo se disuelvan en el mosto. La combinación del amargor del lúpulo con ciertos minerales, y el proceso físico del hervor ayudan a coagular y precipitar proteínas indeseables en el mosto. Esta reacción ayuda a clarificar, mejorar la fermentación y el sabor. En el hervor también se puede presentar una nubosidad y copos de proteínas coaguladas flotando en él, la adición de un compuesto denominado *Irish moss* (principalmente carragenina) durante los últimos 10 a 5 minutos del hervido ayudará a decantar las proteínas. (Papazian, 2003)

Separación y Enfriado

Muchas cervecerías cuentan con tanque Whirpool, los cuales permiten separar el complejo formado de proteína-polifenol, conocido como "Trub", del "mosto" (extracto).

Según la ley de Stokes, el material particulado suspendido en un líquido dado se asienta a una tasa fija. El diseño poco profundo de los tanques de sedimentación permite a las proteínas y al lúpulo llegar al fondo más rápidamente de lo que lo

haría en una olla más profunda o un recipiente con whirlpool. Estos tanques generalmente están abiertos e inusualmente presentan una larga superficie que permita la evaporación y la radiación del calor. Por lo tanto, el mosto se enfría un grado durante este descanso. La mayor deficiencia de estos tanques, es la alta probabilidad de contaminación del mosto. Para contrarrestar esto, el tiempo de permanencia en el tanque se limita al requerido para una claridad razonable del mosto. La mayor parte del enfriamiento del mosto se logra con una placa y un marco (contraflujo) intercambiador de calor. En los Estados Unidos, los cerveceros utilizan habitualmente platos enfriadores de marco para enfriar el mosto caliente extraído del tanque Whirlpool. (Daniels y Parker, 1998)

Fermentación

La fermentación alcohólica es un proceso anaeróbico, esto significa que no requiere oxígeno libre en la solución. De hecho, cualquier remanente de oxígeno en el mosto es desplazado de la solución por las burbujas de dióxido de carbono producidas por la levadura. (Papazian, 2003)

Durante el ciclo de fermentación la levadura continúa reproduciéndose hasta que se alcance una población óptima. La levadura, por naturaleza, permanecerá en suspensión el tiempo necesario para transformar los azúcares en alcohol, dióxido de carbono y los compuestos que imparten sabor a la cerveza, como aldehídos, fenoles, ésteres, etc.. La mayoría permanecerán en suspensión entre 3 a 7 días, en este tiempo comenzará la floculación y sedimentación.

Ocasionalmente los cerveceros pueden experimentar un aroma azufrado en su fermentación. Esto es inusual en la fermentación. La formación de sulfuro de hidrógeno está relacionada con el metabolismo de la levadura, que se ve desplazado por el dióxido de carbono. Cambiando la levadura o la temperatura de la fermentación usualmente minimiza el aroma.

Muchos eventos ocurren durante la floculación. A medida que se acerca el final de la fermentación, la levadura comienza a prepararse para la latencia al precipitar y crear sedimentos.

Durante la sedimentación, la levadura produce una sustancia llamada glucógeno. El glucógeno es necesario para el mantenimiento celular durante la inactividad y se utiliza como fuente de energía para la actividad inicial si la levadura se agrega al mosto de cerveza. El sedimento de la levadura producido durante la primera semana de sedimentación es la forma más viable de levadura para usar si se desea propagar.

La fermentación que ocurre después de que la levadura se sedimenta, sucede de una manera muy lenta por lo que puede resultar en una fermentación larga.

Si el cervecero elige madurar la cerveza por un periodo de muchas semanas o incluso meses, el sedimento de levadura debe ser removido de la cerveza. Después de que la fermentación está completa, la presencia de levadura en gran cantidad no es necesaria. Aunque la cerveza se vea clara, aún hay millones de levaduras presentes en la cerveza para la fermentación final y carbonatar en botella.

Los cambios de sabor durante la fermentación no están predominantemente relacionados con la levadura a menos que haya un sedimento presente. Durante un período, las células de levadura inician un proceso de deterioro llamado autólisis. Los subproductos de la autólisis pueden aportar un sabor a levadura a la cerveza. La levadura presente en la cerveza casera acondicionada en botella en realidad ayuda a estabilizar el sabor de la cerveza. La levadura en la cerveza embotellada es una ventaja significativa para la estabilidad del sabor. (Papazian, 2003)

Maduración / Acondicionamiento

El acondicionamiento es la fase de elaboración de la cerveza después de la fermentación. Durante el cual se reducen los sabores de la cerveza verde y la cerveza está lista para el consumo.

Los cerveceros caseros a menudo se refieren a esta fase como una fermentación secundaria. Un fermentador secundario es esencialmente lo que las cervecerías llaman tanque acondicionador. Las cervecerías profesionales tienden a mantener su cerveza en el fermentador por periodos cortos, por lo que mover la cerveza

rápidamente les da la posibilidad de volver a utilizar fermentador. En este caso el secundario es importante para clarificar y madurar el sabor de la cerveza (transformando acetaldehído, reduciendo diacetilo y otros sabores de cerveza verde que pueden resultar de separación prematura de la levadura).

Los cerveceros caseros suelen dejar su cerveza en el fermentador principal durante más tiempo, esperando hasta que la levadura sedimente o flote. En ese caso, el fermentador primario también actúa como secundario, por lo que probablemente no sea necesaria una fermentación secundaria.

Si su cerveza no tiene sabores de cerveza verde, puede proceder al envasado.

Los fermentadores secundarios también permiten que el cervecero casero continúe manipulando cerveza sin riesgo de autólisis o sabores desagradables de la levadura y grasa en el primario. Por ejemplo, *dry hopping*, hojuelas de roble, agregado de frutas y especias u otras alteraciones del sabor que pueden tener lugar en el secundario. (Strong, 2011)

Carbonatación / Embotellado

Existen 2 maneras de carbonatar la cerveza, inyectando CO₂ después de la fermentación o haciendo *priming* para una carbonatación natural.

Se le llama *priming* a la adición de azúcares fermentables a la cerveza después de la etapa de la fermentación para que la levadura residual produzca CO₂ y este gas se quede en la cerveza. En el **Anexo 1 (A.1.4)** se muestra una tabla que indica la cantidad de glucosa que se debe añadir al producto en función de la temperatura y el CO₂ que se obtiene del estilo de cerveza.

La mejor manera de preparar la cerveza es mezclar el azúcar de preparación (por lo general glucosa) en todo el lote antes de embotellar. Esto asegura que todas las botellas se carbonatan por igual. El *priming* también se puede agregar directo a la botella, se recomienda agregar 2 gramos de azúcar antes de verter la cerveza. Aunque esta técnica no es buena idea ya que lleva mucho tiempo y es imprecisa. Las botellas pueden carbonatar de manera desigual y explotar. Además, existe un mayor riesgo de contaminación porque el azúcar no se ha hervido. (Palmer, 2006)

Si se cuenta con un balde embotellador pasar la cerveza con un sifón a este, se añade por la paredes del balde la solución de glucosa que se prepara previamente, para evitar la entrada de oxígeno a la cerveza. Si no se cuenta con un balde embotellador, se abre el fermentador y se vierte suavemente la solución de glucosa en la cerveza, y con una cuchara previamente desinfectada se agita la mezcla para homogeneizar, tratando de revolver uniformemente con cuidado de no remover el sedimento. Esperar media hora para que se asiente el sedimento y permitir una mayor difusión de la solución de dextrosa en la cerveza.

Al final, utilizar un accesorio para el llenado de botellas o en su caso una manguera conectada a la llave del balde embotellador. (Palmer, 2006)

1.3. Producción de cerveza artesanal en México

Las cervecerías artesanales nacen de un movimiento que comenzó en 1970 en Reino Unido, en México la creación de cervecerías artesanales proviene de la influencia de Estados Unidos.

El tipo de materia prima, procesos y estilos pueden ayudar a diferenciar una cerveza artesanal de una industrial, pero la Comisión Federal de Competencia (Cofece) en 2013 define como microcerveceros a quien produce menos de 100 mil hectolitros al año (10 millones de litros).

En la Tabla 1 se muestran las primeras cerveceras artesanales que llegaron a México.

Tabla 1. Año de Apertura de Cervecerías Artesanales en México

(Carrion, 2018)

Año	Cervecerías Artesanales
90's	Pepe's and Joe's
1997	Beer Factory

1998	San Ángel (cerró en 2001)
2000	Cosaco, Tijuana Beer Company
2002	Cucapá
2004	Minerva
2006	Jack
2007	Primus
2008	Calavera
2010	Ramuri
2011	La Chingonería

En el 2010 Primus, Minerva, Cucapá, Tijuana y Beer Factory abarcaban el 70% de la producción artesanal en el país. Actualmente los estados más importantes en producción de cerveza artesanal son Baja California, Baja California Sur, Ciudad de México y Jalisco. (Carrion, 2018)

Con una producción total de toda la industria cervecera de 119,970,320 hectolitros, de los cuales la cerveza industrial produjo 119,781,080 hectolitros y la cerveza artesanal independiente 189,250 hectolitros. Las cervecerías artesanales abarcan el 0.16% del mercado total de cerveza en México. (ACERMEX, 2018)

Al abrirse paso en un mercado que hasta hace unos años solo pertenecía a 2 Grupos Cerveceros, las cervecerías artesanales deben afrontar algunos problemas el día de hoy:

- Introducirse en el mercado y romper con la oferta tradicional de las grandes productoras
- Dificultad de venta y oferta en diversos establecimientos debido a contratos de exclusividad, no solo establecidos por cervecerías industriales sino también por productores artesanales.
- Un precio promedio 30% superior al de una tradicional debido al uso de materia prima mayormente importada y al pago de impuestos más altos, como el IEPS. (Carrion, 2018)

Los 15 estilos más vendidos por las cervecerías independientes durante el 2018 se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Estilos de cervezas más vendidas en cervecerías (ACERMEX, 2018)

Ranking	Estilo	Proporción de cervecerías
1	Pale Ale	19.30 %
2	IPA	18.23 %
3	American Stout	10.19 %
4	Amber o Red Ale	8.58 %
5	Golden o Blonde Ale	7.24 %
6	Robust Porter	6.70 %
7	Imperial Stout	5.36 %
8	Brown Ale	5.09 %
8	Oatmeal Stout	5.09 %
9	Cream Ale	4.83 %
10	Sweet Stout o Cream Stout	4.02 %
11	Brown Porter	3.75 %
12	American Lager	3.49 %
12	Belgian Witbier	3.49 %
12	Irish Red Ale	3.49 %
13	Belgian Blond Ale	3.22 %
13	English Brown Ale	3.22 %
13	German Hefeweizen	3.22 %
14	Imperial Porter	2.95 %
14	Baltic Porter	2.95 %
15	German Kolsch	2.68 %

Los precios de venta neto promedio por litro de cerveza artesanal independiente en 2018 es de \$62.08 MXN . Mientras que el precio de venta neto promedio por litro de cerveza industrial en 2018 fue de \$24.56 MXN.

Los valores de venta de cerveza artesanal independiente en México durante 2018 fueron de \$1,174,801,920 MXN, comparado con el valor de venta de cerveza industrial en México durante el 2018 fue de \$197,102,162,762 MXN.

1.4. Clasificación General de la Cerveza (estilos)

Categorización Básica

La clasificación más general de estilos de cerveza por tipo de levadura es un fenómeno asociado a la elaboración de cerveza artesanal moderna. Los cerveceros estadounidenses y la mayoría de los cerveceros artesanales llaman a sus cervezas *ales* si utiliza levadura de fermentación alta (*ale*) y *lagers*, si utilizan levadura de fermentación baja (*lager*). La mayoría de los sistemas de categorización también permiten una tercera clasificación, a menudo llamada fermentación espontánea debido al método utilizado; sin embargo, salvaje es quizás el término más ampliamente utilizado para estas cervezas fermentadas con bacterias o levaduras no *Saccharomyces*.

Los estilos de cerveza se describen para apoyar el desarrollo de las competiciones de cerveceros caseros. Las categorías (los principales grupos de estilos) son construcciones artificiales que representan una colección de subcategorías individuales (estilos de cerveza) que pueden o no tener una relación histórica, geográfica o tradicional entre sí. La única razón por la que se han agrupado de esa forma es para ayudar con el manejo de la escala y la complejidad de las competiciones.

En la tabla 3 se muestran estos estilos según la Beer Judge Certification Program (BJCP).

Tabla 3. Clasificación general de la cerveza según la Beer Judge Certification Program. (Strong & England, 2015)

Categoría	Etiqueta	Significado
Intensidad	Intensidad-baja	<4% ABV
	Intensidad-estándar	4-6% ABV
	Intensidad-alta	6-9% ABV
	Intensidad- muy alta	>9% ABV
Color	Color-pálido	Pajizo a dorado
	Color ámbar	Ámbar a marrón-cobrizo
	Color oscuro	Marrón oscuro a negro
Fermentación/ Acondicionamiento	Fermentación- alta	Levadura ale
	Fermentación -baja	Levadura lager
	Cualquier fermentación	Levadura ale o lager
	Fermentación salvaje	Levadura no Saccharomyces / bacterias
	Lagered	Acondicionamiento en frío
	Envejecida	Largo acondicionamiento previo
Región de Origen	Islas Británicas	Inglaterra, Gales, Escocia, Irlanda
	Europa Occidental	Bélgica, Francia, Países Bajos
	Europa Central	Alemania, Austria, República de Checa, Escandinavia
	Europa Oriental	Polonia, Estados Bálticos, Rusia

	América del Norte	Estados Unidos, Canadá, México
	Pacífico	Australia, Nueva Zelanda
Familia de Estilo	Familia IPA	
	Familia ale marrón	
	Familia ale pálida	
	Familia lager pálida	
	Familia pilsner	
	Familia ale ámbar	
	Familia lager ámbar	
	Familia lager oscura	
	Familia porter	
	Familia stout	
	Familia bock	
	Familia ale fuerte	
	Familia cerveza trigo	
Cerveza especial		

ABV: Alcohol por Volumen o por sus siglas en inglés *Alcohol By Volume*

1.5. Defectos en la cerveza

Los errores técnicos son lo que la mayoría de la gente considera fallas en la cerveza; estos pueden ser problemas únicos o una combinación que se derivan del proceso de elaboración de la cerveza, a menudo de la fermentación. Estos son defectos más obvios que muchas personas pueden encontrar; las habilidades básicas de degustación y el control de calidad puede detectarlos. Los umbrales sensoriales de las diferentes sustancias químicas asociadas con las fallas de la producción de la cerveza pueden variar según el individuo, en función de limitaciones genéticas o físicas, diferencias de percepción e insensibilidad a determinadas sustancias.

Los sabores que se logran percibir en las cervezas son derivados de una fermentación débil; hay sabores desagradables de distintos niveles, mala

atenuación, sabores a rancidez y notas vegetales. Un comienzo lento puede propiciar que crezcan bacterias de deterioro. Las fermentaciones débiles pueden hacer que la levadura elimine muchos subproductos de mal sabor y no pueda limpiarlos. Los sabores de rancidez son comunes. Ingredientes pobres, falta de atención a la oxidación, largos tiempos de retraso, fermentaciones débiles y mal manejo de la cerveza terminada, todos contribuyen a los malos sabores y una mala experiencia con la bebida.

A continuación se mencionan algunos compuestos y productos causantes de los defectos en la cerveza:

Acetaldehído: Un derivado de la fermentación percibido como un aroma a manzanas verdes recién cortadas, o como una cerveza sabor a hierba, áspera, verde e inmadura. Es un compuesto intermedio de la fermentación precursor al alcohol. Puede ser controlado por la propia fermentación (oxígeno y nutrientes) y prácticas de acondicionamiento para permitir a la fermentación finalizar y dejar a la levadura reducir naturalmente los niveles de acetaldehídos. Hay que asegurar que la levadura se mantenga saludable y en suficiente cantidad para empezar la fermentación rápida y subsecuentemente terminar la fermentación para lograr una atenuación completa. Algunas cepas de levaduras son conocidas por producir altos niveles de acetaldehído, en estos casos seleccionar otra cepa es la solución. Reducir la presión del cabezal durante la fermentación puede hacer que los acetaldehídos se volatilicen. Evitar el oxígeno durante el envasado; el alcohol se oxida a acetaldehídos, los cuales pueden causar sabores de cerveza rancia. (Strong,2011)

Astringencia: Una sensación de fruncir la boca con una dureza amarga y persistente y un sabor granuloso de cáscara. Es principalmente una sensación en boca, pero está acompañada de sabores reveladores. Normalmente se deriva de una combinación de los ingredientes y el proceso de elaboración. Este defecto en la cerveza es causada por taninos; controlar la extracción de taninos controla la astringencia.

Los taninos pueden provenir de la cáscara de los granos y se pueden extraer durante el macerado.

En la Tabla 4. se muestran algunas consecuencias de modificaciones en el proceso.

Tabla 4. Factores de astringencia o amargor en el proceso. (Strong, 2011)

Proceso	Consecuencia
Extracción en exceso del grano	Sabor a cascarilla
Trituración exhaustiva del grano	Las partículas de cáscara pueden tener más superficie para la extracción de taninos
No hervir el grano	Ya que el grano se muele con cascarilla para la maceración al no extraer estos del hervor generarán taninos y dará sabores indeseables a la cerveza.
Usar una menor cantidad de granos oscuros	Una mayor cantidad de granos oscuros puede afectar al sabor de la cerveza, ya que estos contienen taninos y pueden provocar sensaciones desagradables al paladar.
Usar agua con bajo contenido en sulfatos	El sulfato puede acentuar el amargor y la dureza asociada a los taninos

Diacetilo: Este es un derivado de la fermentación que puede ser percibido como un sabor y como un aroma a mantequilla. Algunas veces tiene una sensación resbaladiza en la boca. Es un subproducto intermedio producido por la levadura durante la fermentación. Temperaturas de fermentación cálidas y altos niveles de oxígeno puede aumentar el nivel de diacetilo, pero también conducir a una

reducción posterior, si hay suficiente levadura saludable. Para controlar el diacetilo se tienen que seguir buenas prácticas de fermentación (cantidad de levadura adecuada, aireación, nutrientes) y evitando los complementos bajos en nitrógeno (que puede reducir los nutrientes de levadura disponibles).

Eliminar la levadura de forma prematura puede dejar altos niveles de diacetilo. No enfriar la levadura hasta que esté completamente atenuada. Evitar agregar el oxígeno durante la fermentación. Reducir la temperatura de fermentación primaria para controlar la producción de diacetilo. (Strong,2011)

En la Figura 3 se muestra un esquema con la formación de diacetilo por la levadura.

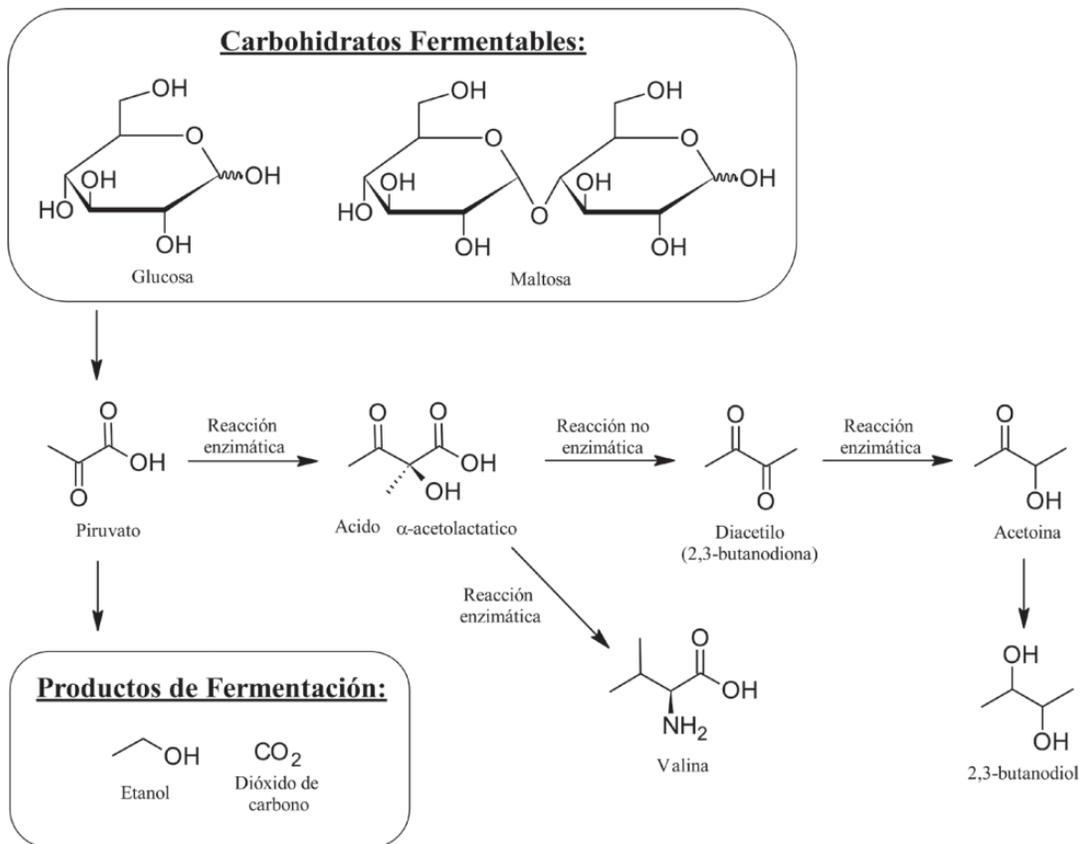


Figura 3. Vías de formación y eliminación de diacetilo en levadura.(Morales, 2018)

DMS (sulfato de dimetilo): Percibido como un sabor y aroma de maíz cocido, vegetales cocidos (a menudo vegetales azufrados como el repollo). Derivado de las maltas (S-metil metionina,SMM) durante la germinación. Las maltas altamente horneadas producen menos SMM, por lo que las cervezas más pálidas tendrán

más DMS. Arriba de 65-70°C (149-158°F), SMM se convierte a DMS, pero el DMS es volátil y volatiliza al aumentar la temperatura (como la temperatura de hervor). DMS también puede provocar una contaminación en la fermentación. Se debe usar una levadura sana y previamente hidratada, también seguir buenas prácticas de sanitización. Se controla reduciendo la cantidad de SMM (reducir maltas Pilsner u otras muy pálidas). Eliminar cualquier DMS creado a partir de SMM utilizando un hervor abierto, largo y vigoroso. (Strong, 2011)

Ésteres: Percibido como un aroma y sabor frutal (fresa, pera, banana, manzana, uva, cítricos), es generalmente un derivado de la fermentación (no cuentan los ésteres provenientes de la malta o lúpulos). En niveles excesivos, los ésteres pueden adquirir un desagradable olor a disolvente. La formación de ésteres es bastante complicada y depende de muchos factores, los ésteres son derivados de un alcohol y un ácido graso. No todos los ésteres se producen de la misma manera. Esta producción está influenciada por la cepa de la levadura, composición del mosto y condiciones de fermentación, Cuando existen factores que favorecen el crecimiento (oxígeno, lípidos, agitación), la levadura tiende a crecer más y producir menos ésteres. Fermentando a alta temperatura y la adición de mosto nuevo a una fermentación activa estimula la producción de ésteres. Las levaduras lager producen menos ésteres, pero la principal razón pueden ser las fermentaciones a bajas temperaturas. Los altos niveles de dióxido de carbono inhiben la producción de ésteres. (Strong,2011)

En la Figura 4 se muestran las distintas rutas metabólicas para la producción de ésteres de la levadura.

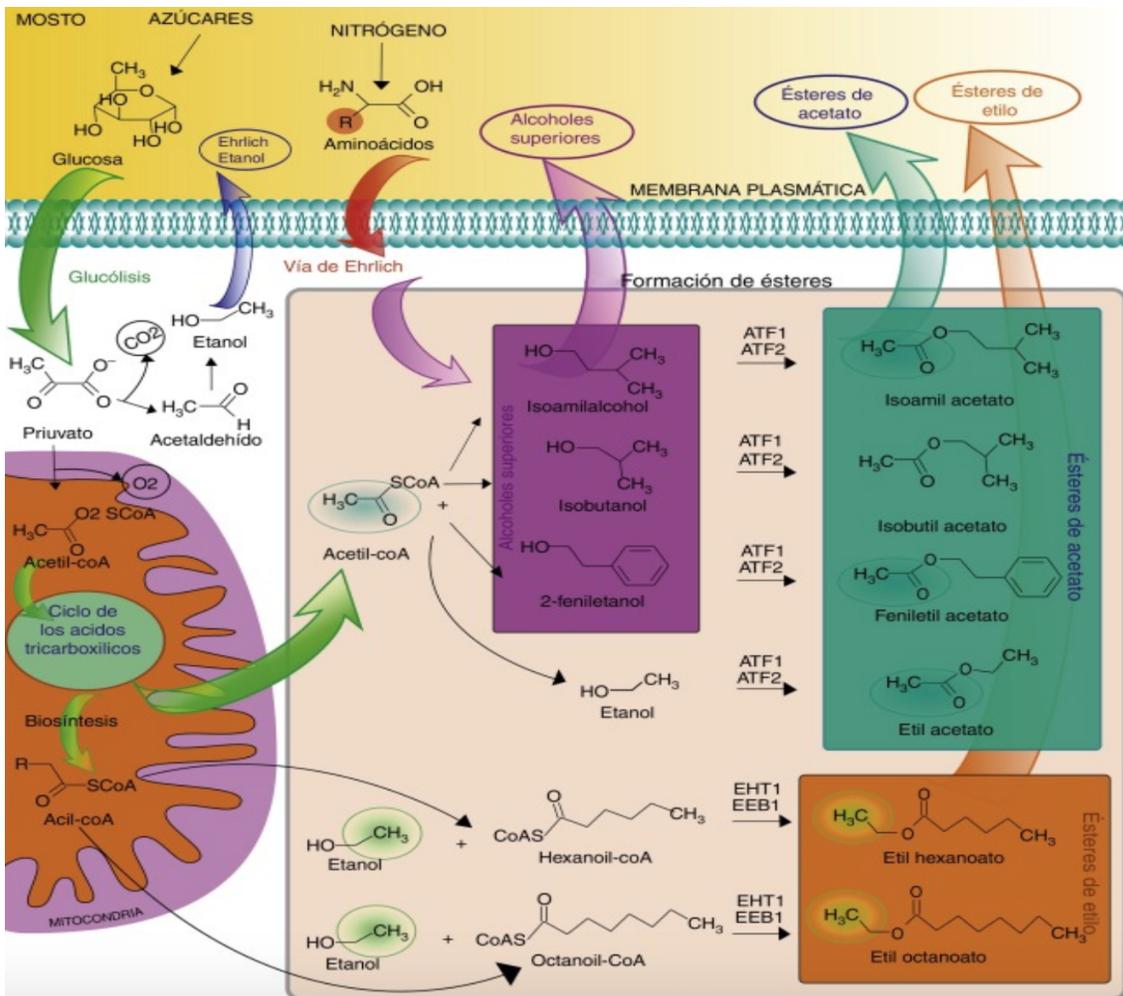


Figura 4. Esquema de las principales rutas metabólicas involucradas en la síntesis de ésteres dentro de las levaduras. (Loviso & Libdink, 2018)

Exposición a la luz: Percibido como un aroma o sabor a zorrillo. Ciertas ondas de longitud de luz visible afectan a algunos compuestos químicos de los lúpulos causando un cambio físico que produce mercaptanos. Los humanos somos extremadamente sensibles a estos compuestos azufrados y pueden ser detectados en concentraciones de partes por millón (ppm).

Esto es causado por la exposición a la luz del sol, entonces para evitar los sabores o aromas hay que evitar contacto directo con esta, almacenar la cerveza en botellas cafés, ya que las botellas verdes y transparentes son 8 veces menos efectivas en bloquear ondas de longitud. Algunas variedades de lúpulos (como el

Cluster) pueden tener un aroma *azorrillado*. Esto no es lo mismo que la exposición a la luz pero puede tener características similares. (Strong,2011)

Medicinal: Percibido como el sabor y aroma de las pastillas clorosépticas, desinfectantes u otros medicamentos o limpiadores agresivos. Causado por sustancias clorofenólicas, derivadas de una combinación de cloro y fenoles. Uno de los sabores más desagradables en la cerveza. Se controla eliminando el cloro del suministro de agua. Se debe evitar el agua con cloro o cloraminas (es recomendable emplear agua purificada por ósmosis inversa). Se puede filtrar el agua con carbón activado para neutralizar las cloraminas. (Strong,2011)

Sobrecarbonatación: El principal defecto o problema que afecta a las cervezas artesanas. Es muy fácil, y más habitual de lo deseable, encontrarse con botellas de cerveza que tengan estos defectos. Mucha burbuja, burbuja gruesa y una espuma espesa que casi se puede moldear. Algunas veces se llega a producir el efecto géiser o volcán al destapar la botella y hace que todo el líquido termine derramado. (Ortega, 2020)

2. Normatividad

2.1. Generalidades

Se puede aceptar como definición universal que calidad es el conjunto de características de un producto que influyen en su aceptabilidad por parte de los consumidores. Cuando se habla de calidad se debe tener presente tres grandes conceptos.

La primera es la definición, que como ya se planteó anteriormente, es imprescindible tener claro el concepto que se analizará para poder llegar a un acuerdo sobre su posterior utilización e interpretación en los documentos a redactar.

En segundo lugar, se debe definir cuáles son las necesidades por satisfacer a través de la utilización o empleo de la calidad y su control, ya que existen necesidades cuya satisfacción debe ser garantizada por el gobierno, en forma directa o a través de terceros, y otras que por tratarse de requerimientos individuales que no afectan la salud ni el bienestar, pueden manejarse como un simple acuerdo de las partes compradora y vendedora.

Por último, la tercera condición es el aseguramiento de esa calidad. Deberá quedar claro si se realizará a través de normas públicas o privadas, y si las mismas serán de carácter obligatorio o voluntario. En caso de adoptarse algún sistema particular de aseguramiento, como las buenas prácticas de manufactura, este deberá definirse.

Así volviendo al primer punto se puede decir que de acuerdo a las normas ISO, normas internacionales y voluntarias producidas por el Organismo Internacional de Estandarización, la definición de calidad contenida en la norma ISO 8402 es el conjunto de características de una entidad (alimento) que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades reales, implícitas o explícitas de los consumidores. Existen actualmente sistemas de aseguramiento de la calidad sanitaria de los alimentos. Son básicamente tres: las buenas prácticas de manufactura (BPM o GMP en inglés); los procedimientos operativos estandarizados de sanitización (POES o SSOP's en inglés), y el análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP en inglés). Por definición las buenas prácticas de manufactura

son los procedimientos necesarios para lograr alimentos inocuos, saludables y sanos. Prácticamente en todos los países han sido adoptadas como el procedimiento mínimo y obligatorio para la industria. Son las medidas mínimas necesarias para evitar la contaminación del alimento en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización, hasta su etapa final. (Nader, 2020)

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. Las NOM en materia de Prevención y Promoción de la Salud, una vez aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades (CCNNPCE) son expedidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación y, por tratarse de materia sanitaria, entran en vigor al día siguiente de su publicación. Las NOM deben ser revisadas cada 5 años a partir de su entrada en vigor. El CCNNPCE deberá de analizar y, en su caso, realizar un estudio de cada NOM, cuando su periodo vence en el transcurso del año inmediato anterior y, como conclusión de dicha revisión y/o estudio podrá decidir la modificación, cancelación o ratificación de estas. (Secretaría de Salud, 2015)

Otras fuentes para consultar parámetros de calidad pueden ser la ISO o el CODEX *Alimentarius*. Estas contienen normas para la inocuidad de los alimentos. La Comisión del Codex *Alimentarius*, establecida conjuntamente por la FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), establece normas alimentarias desde 1963. La aplicación internacional de las normas de la Comisión hace que los alimentos sean más sanos para los consumidores y asegura prácticas más justas en el comercio mundial de alimentos, cada vez mayor, en beneficio de los agricultores y otros productores de alimentos. Estas normas internacionales sirven de base para las normas nacionales. La FAO y la OMS contribuyen al proceso

normativo aportando asesoramiento científico, que permite a la Comisión establecer y poner al día sus normas con base en el conocimiento científico más reciente en materia de inocuidad de los alimentos. El suministro de asesoramiento científico comprende la evaluación de peligros de origen químico, microbiológico, riesgos y tecnologías nuevos y que están surgiendo, y evaluaciones de la relación riesgo-beneficio de diversas prácticas en la cadena de alimentos. (FAO, 2001)

2.2. Normatividad Nacional

En México la normalización se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por Dependencias del Gobierno Federal y las Normas Mexicanas (NMX) de ámbito primordialmente voluntario, promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, a través de los Organismos Nacionales de Normalización. En la Tabla 5 se resumen las normas relacionadas con la elaboración y calidad de la cerveza en México. (Secretaría de Economía, 2016)

Tabla 5. Normas Mexicanas relacionadas con la elaboración de cerveza.

Nombre de la Norma	Parámetros/ Especificaciones	Observaciones
<p>NOM-199-SCFI-2017 Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.</p>	<p>Parámetros Fisicoquímicos</p> <p>1. Contenido de alcohol a 20 °C (% Alc. Vol.) 2 - 20</p> <p>2. Metanol (mg/100 ml de alcohol anhidro) Máximo - 300</p> <p>3. Acidez Total (como ácido láctico en g/l) Máximo - 10</p> <p>4. pH 2,5 - 5</p> <p>5. Plomo (mg/l) Máximo - 0,5</p>	<p>1. Depende del proceso y el tipo de cerveza que se pretende elaborar. Se mide por medio de un densímetro y se ajusta el valor a 20°C.</p> <p>2. El metanol no es un producto de la fermentación alcohólica, ya que su presencia en este tipo de bebidas se debe a la desesterificación de las pectinas esterazas presentes en las frutas.</p> <p>3. Acidez total se mide ya que puede haber presencia de bacterias ácido lácticas y estas forman ácido láctico. Se mide la concentración por medio de una titulación ácido-base con fenoltaleína como indicador.</p>

	<p>6. Arsénico (mg/l) Máximo - 0,5</p>	<p>4. Un pH correcto en una cerveza terminada mejorará la vida de anaquel y el perfil de sabor. Un pH más bajo puede indicar la proliferación de bacterias productoras de ácido, resultando en cervezas amargas. (Brew,1976). Una baja alcalinidad puede ayudar a obtener colores más claros en las cervezas (Palmer y Kaminski, 2013)</p> <p>5 y 6. En las bebidas alcohólicas, que pueden verse contaminados por metales en su proceso de fabricación, almacenamiento y transporte.</p>
<p>NOM-199-SCFI-2017 Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.</p>	<p>Envase</p>	<p>Se permite la reutilización de envases, cuando el tratamiento que se les dé, garantice su inocuidad. Queda prohibida la reutilización de envases que tengan grabados logotipos diferentes a los de la marca envasada.</p>
<p>MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.</p>	<p>1. Límite permisible de microorganismos en agua simple</p> <p>Coliformes Totales - Ausencia o no detectables. E.coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes - Ausencia o no detectables</p> <p>2. Características físicas y organolépticas</p> <p>Color - 20 unidades en la escala Cobalto-Platino</p> <p>Olor y sabor - Agradable</p> <p>3. Tratamiento para la potabilización del agua</p> <p>Contaminaciones microbiológicas</p> <p>Características físicas y organolépticas</p> <p>Constituyentes químicos</p>	<p>1. La identificación de Coliformes totales es más difícil ya que éstos pueden provenir de suelo, y de superficies de agua dulce por lo que no siempre son intestinales. La presencia de Coliformes sugiere fallas en la eficacia del tratamiento y la integridad del sistema de distribución. (IDEAM,2007)</p> <p>La presencia de E. coli indica contaminación fecal en agua, ya que este microorganismo es habitante normal del tracto digestivo de animales de sangre caliente y rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido algún tipo de contaminación fecal, por ello se considera como indicador universal. (IDEAM, 2007)</p> <p>2. Para evaluar el color, se muestra en la figura A.1 la escala Cobalto - Platino (Anexo 1).</p> <p>Olor y sabor : se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o</p>

		<p>químico)</p> <p>3. Se sugiere emplear la ósmosis inversa para remoción de iones que pueden afectar en la elaboración de la cerveza.</p>
<p>NOM-142-SSA1-/SCFI-2014 Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.</p>	<p>Etiquetado</p> <ul style="list-style-type: none"> - En la superficie principal de exhibición, debe aparecer cuando menos, el nombre o la denominación genérica del producto, graduación alcohólica (a 20°C) y la marca comercial, así como la indicación de la cantidad. - Identificación del Lote: Cada envase debe llevar grabada o marcada de cualquier modo la identificación del lote al que pertenece, con una indicación en clave que permita su rastreabilidad. - Los productos nacionales deben incluir la leyenda “Hecho en México”. - Fecha de consumo preferente: Aquellas bebidas con contenido alcohólico medio o alto, con duración menor o igual a 12 meses deben declarar la fecha de consumo preferente. - Lista de ingredientes: Los ingredientes deben declararse por orden cuantitativo decreciente, también deben figurar ingredientes opcionales y/o aditivos que causen hipersensibilidad, intolerancia o alergia y se encuentren presentes en el producto final. - Leyendas precautorias: El etiquetado de las bebidas alcohólicas deberá ostentar la leyenda precautoria "EL ABUSO EN EL CONSUMO DE ESTE PRODUCTO ES NOCIVO PARA LA SALUD" - Contenido energético: Se podrá declarar el contenido energético por porción expresado ya sea en kJ o kcal 	<p>La graduación alcohólica y la cantidad es de gran ayuda para que el consumidor tenga conocimiento de la ingesta.</p> <p>La identificación de lote es importante para el productor, ya que si el consumidor se queja por una falla en el producto, se tendrá una rastreabilidad para retirarlo de venta.</p> <p>La fecha de consumo preferente es necesaria, ya que pasando este tiempo el producto no tendrá las mismas características organolépticas y contenga defectos que perjudiquen al sabor o a la salud del consumidor.</p> <p>Una lista de ingredientes es necesaria para dar fiabilidad a tu producto con el consumidor, además de dar a conocer algunos ingredientes que pueden perjudicar la salud de estos. También se da a conocer cuantas calorías contiene tu producto.</p> <p>Al ser una bebida alcohólica se debe de contar con leyendas precautorias para evitar el consumo en menores, mujeres embarazadas o la prevención de accidentes bajo la ingesta de alcohol.</p>

	<p>- Información comercial adicional: Esta podrá consistir en antecedentes históricos de la bebida, recetas, dichos, frases, símbolos, abreviaturas, dígitos, frases publicitarias, refranes, etc., así como material escrito, impreso o gráfico, siempre y cuando no induzcan a error o engaño al consumidor y podrá ostentarse en idioma distinto al español sin necesidad de ser traducida.</p>	
--	---	--

3. Parámetros de Calidad en la Cerveza

La elaboración de la cerveza, se debe cumplir con la calidad en cada uno de los procesos. El proceso de elaboración de la cerveza requiere una serie de procesos interrelacionados y altamente técnicos que tardan años en dominarse. Cada proceso, desde la ebullición del mosto, hasta el envasado, deben trabajar juntos en una cadena. En las conexiones de los eslabones de la cadena se encuentran los controles de calidad. (Pellettieri,1968).

3.1. Materia Prima

En general, se debe almacenar cuidando las condiciones de temperatura, humedad y verificando parámetros que afecten su calidad.

La FAO (1985) recomienda que cuando una materia prima haya estado almacenada por un periodo superior a 15 días deberá ser examinada antes de incluirse en el proceso de fabricación.

Normas de limpieza de almacenes

- Diarias: Verificar limpieza y sanitización.
- Periódica: Cada vez que se agota un lote antes de colocar otro, limpiar el suelo donde estaba asentado.
- Semestral: Limpieza de paredes y techos (polvo telarañas, etc.)

3.1.1. Malta

Sabiendo que el grano de calidad produce cerveza de calidad, los cerveceros experimentados a menudo alientan a los cerveceros más nuevos a dedicar tiempo a analizar la malta, incluso si las minucias de las características de la malta parecen poco importantes en el gran esquema de elaboración de la cerveza.

La amplia variedad de técnicas y estilos de elaboración de la cerveza significa que también hay una amplia gama de opiniones sobre qué elementos del análisis de la malta son importantes (o requeridos por) el cervecero. Aunque se puede revelar información importante a partir de una lectura detallada de un Certificado de análisis (COA) (ver Figura 5), no todos los datos de este formulario son útiles para

todos los cerveceros. Un cervecero casero puede estar preocupado sólo por el color, mientras que un gran cervecero industrial probablemente se enfoca en el extracto potencial. En la práctica, un COA tiene dos propósitos: documentar la producción en la maltería y predecir el rendimiento final en la sala de cocción. (Mallett, 2014)

Certificado de Análisis

Cliente	Día de Envío	Número de Rastreo		Producto
Tu cervecería	13-mar-21	XT3478		Malta de 2 hileras
	Año de cosecha	Variedad	Porcentaje	
	14	Copeland	40%	
	14	Metcalfe	40%	
	13	Harrington	20%	
Extracto de molido fino	78.8	Poder Distásico	156	
Extracto de molido fino, base seca	82.0	Alfa amilasa	64.2	
Diferencia fino/grueso	1.3	Proteína total	11.1	
Extracto de molido grueso	77.50	Proteína soluble	5.33	
Humedad	3.90	Proteína Soluble/Proteína Total	48	
Color	1.60	Beta glucano	58	
		Viscosidad	1.43	
Surtido, 7/64	65.10	Nitrógeno Amino Libre	219	
Surtido, 6/64	26.70	Turbidez	6	
Surtido, 5/64	6.20			
Surtido, a través de	2.00			

Figura 5. Ejemplo de Certificado de Análisis (COA) para malta. (Adaptado de Mallett, 2014)

3.1.2. Agua

La calidad del agua no es un criterio completamente objetivo, pero está socialmente definido y depende del uso que se le piense dar al líquido, por lo que requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua se debe ubicar en el contexto que se utilizará. A nivel mundial en los países en desarrollo se da tratamiento a menos del 10% del agua, situación no muy diferente a la de México, donde los porcentajes están cerca del 20%, ya sea agua utilizada en servicios urbanos o industriales. Esto significa que la inmensa mayoría del líquido se vierte a ríos, lagos o mares sin ningún tratamiento previo, ocasionando la contaminación de éstos y, en consecuencia, la reducción de agua disponible. (SEMARNAT, 2002)

Con el fin de evaluar la calidad o grado de contaminación del agua se han desarrollado diversos índices de calidad tanto generales como de uso específico. En México se emplea el llamado Índice de Calidad del Agua (ICA), que agrupa de manera ponderada algunos parámetros de la calidad del líquido. El índice toma valores en una escala de 0 a 100%, donde mientras mayor sea el valor mejor es la calidad. El ICA se calcula a partir de una ponderación de 18 parámetros físico-químicos, entre los que se encuentran la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, coliformes, fosfatos, pH, sólidos suspendidos, etc. (SEMARNAT, 2002)

En México se aplica la **NOM-127-SSA1-1994 (MOD. 2000)**, en esta norma se encuentran los límites permisibles de microorganismos, metales, color del agua y sus tratamientos más a detalle para evitar algún agente nocivo para la salud.

Del punto 5.1 al 5.3.19 se consideran los tratamientos de potabilización para el agua. El tratamiento más eficiente para la eliminación o control de ciertos factores que afectan al agua es la osmosis inversa.

La ósmosis inversa es un proceso que invierte el fenómeno natural de ósmosis. El objetivo es obtener agua purificada partiendo de un caudal de agua que es relativamente impuro. En ella el agua es obligada a pasar por una membrana semi-permeable, dejando pasar solo agua pura quitando impurezas y bacterias. Este proceso se realiza a la inversa que en el caso de la ósmosis, ya que el

desplazamiento del agua va desde la zona de mayor concentración a la zona de menor concentración (agua pura). De ahí el nombre de “inversa”.

De acuerdo con la producción de agua con proceso de ósmosis se tienen los siguientes 5 pasos:

1. El agua fluye desde la toma de agua hasta el filtro con sedimentos.
2. De ahí va y pasa por un filtro de carbón activo
3. Llega a la membrana en la que se produce la ósmosis inversa. El agua con menor contenido sólido pasa a un nuevo depósito, mientras que los restos sólidos se eliminan por el desagüe.
4. A continuación entra por un filtro de postcarbono.
5. El agua ya está lista para su consumo.

El agua resultante de la ósmosis inversa estará débilmente mineralizada. Por su pureza, ayuda a nuestro organismo en los intercambios y la evacuación de las toxinas. Agua más pura, sin olores ni sabores para el consumo o para cocinar (Saltoki,2017).

Para cerciorarse de un buen color del agua consultar la escala de color en unidades Platino-Cobalto. **(ver ANEXO 1 A.1.)**

3.1.3. Lúpulo

Los parámetros de calidad del lúpulo son de gran importancia para el cervecero. Se tienen que conocer para exigirlos al productor y/o proveedor, ya que una materia prima de calidad influye en el producto final.

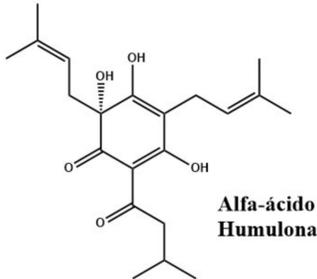
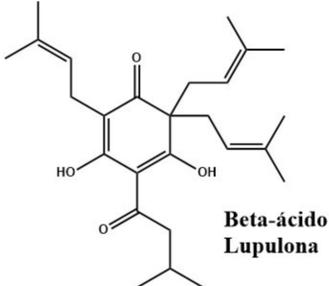
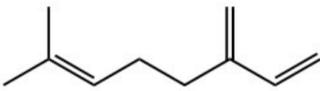
Conocer la composición y calidad de los ingredientes con los que se trabaja permite: (Burini & Libkind, 2017):

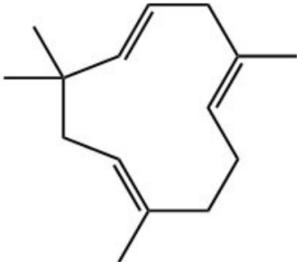
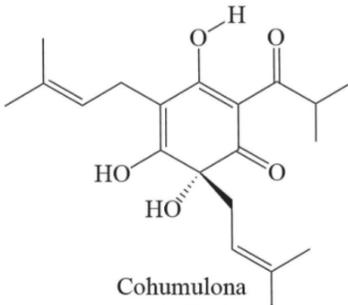
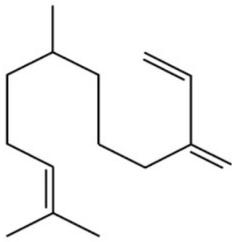
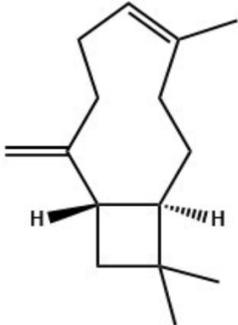
- Adecuarse mejor a los estilos y formulaciones (valores teóricos y reales)
- Lograr obtener un producto Estandarizado
- Asegurar la Calidad

El creciente interés en el extracto lipídico del lúpulo puede cambiar la información que los comerciantes proporcionan habitualmente, aunque los científicos primero deben establecer con mayor certeza la importancia de compuestos como linalol y

geraniol. En este momento, incluyen datos sobre los ácidos alfa y beta, cohumulona, aceite total y qué porcentaje del aceite total cada uno de los cuatro principales los hidrocarburos constituyen. Algunos publican un intervalo, ver Tabla 6, otros un número específico, pero los cerveceros deberían tener en cuenta que pueden ocurrir grandes cambios de un año a otro, además de las variaciones que resultan de dónde se cultivan los lúpulos y cuándo se cosechan. (Hieronymus, 2012)

Tabla 6 . Contenido de compuestos en el Lúpulo Amarillo (Hieronymus, 2012)

Compuestos	%	Estructura General
<p align="center">alfa-ácidos</p>	<p align="center">8 - 11</p>	 <p align="right">Alfa-ácido Humulona</p>
<p align="center">beta-ácidos</p>	<p align="center">6 - 7</p>	 <p align="right">Beta-ácido Lupulona</p>
<p align="center">mirreno</p>	<p align="center">68 - 70</p>	 <p align="center">Mirceno</p>

<p>humuleno</p>	<p>9 - 11</p>	 <p>Humuleno</p>
<p>cohumulona</p>	<p>21 - 24</p>	 <p>Cohumulona</p>
<p>farneseno</p>	<p>2 - 4</p>	 <p>farneseno</p>
<p>cariofileno</p>	<p>2 - 4</p>	 <p>Cariofileno</p>

- **Relación ácidos α/β**

Cada variedad de lúpulo tiene una relación α/β característica. A la hora de elegir un lúpulo se puede usar este parámetro como criterio de elección:

Lúpulos con relación 2:1 - Amargor constante en el tiempo. El potencial de amargor de los α -ácidos disminuye mientras que el potencial de amargor de los β -ácidos aumenta.

Lúpulos con relación 1:1 - Amargor “suave”. Se tiene un aporte de amargo similar al de los lúpulos considerados nobles (Hallertauer -Tettnanger – Saaz – Spalt).

- **% Co-humulona**

Altos niveles se asocian a un amargor áspero y astringente (“harsh”).

Variedades con bajo contenido son deseadas para amargor más “neutro” y redondeado (< 25%).

Históricamente, los lúpulos considerados nobles son también aquellos con bajos niveles de co-humulona.

- **Farneseno, humuleno, mirceno y cariofileno**

Estos terpenos que se encuentran en los aceites del lúpulo, dan olores y sabores en la cerveza, también acciones bactericidas como en el caso del cariofileno.

- **Humedad**

Los lúpulos de buena calidad contienen humedad de menos del 12 % en peso. Un mayor contenido de humedad aumenta el deterioro y descomposición, también disminuye sus niveles de amargor. (Burini & Libkind, 2017)

3.1.4. Levadura

Es importante definir qué tipo de cerveza se va a elaborar: seca o lupulada, dulce o malteada, alta en alcohol o baja. Una vez que se defina el tipo de cerveza, se determina qué cepas son adecuadas para su producción. Es posible que no se encuentre una única cepa que cumpla con todos los requisitos, pero también es factible utilizar múltiples cepas en una cerveza. Como mínimo, siempre hay que

considerar los siguientes criterios al seleccionar una nueva cepa de levadura:

- Atenuación
- Perfil de sabor
- Floculación
- Fiabilidad del suministro
- Trabajar en el intervalo de temperatura

Atenuación: El tipo de levadura también influye en la densidad final de la cerveza. Una característica importante de las levaduras es su atenuación, que consiste en el porcentaje de maltosa que es convertido en etanol y CO₂ por esta levadura, y es catalogada en los siguientes porcentajes:

- Menos de 70% - atenuación baja
- 71-75% - atenuación media
- Más de 76% - atenuación alta

El uso de una levadura de atenuación alta ayuda a generar un cuerpo más seco en la cerveza, así como más alcohol (cervezas belgas, o lagers por ejemplo), mientras que el uso de una levadura de atenuación media o baja genera un cuerpo más dulce y con más sabor, ideal para cervezas inglesas y muchas cervezas americanas. (Cuellar, 2017)

Perfil de Sabor: Principalmente estos son impartidos por ésteres y fenoles.

Los ésteres juegan un papel importante en el carácter de la cerveza, principalmente en las cervezas Ale o de fermentación alta. Son compuestos volátiles por la combinación de un ácido orgánico y alcohol y proveen los aromas frutales encontrados en la cerveza. La formación de ésteres dependerá de la cepa de levadura y condiciones de fermentación.

Los compuestos fenólicos provienen de los ingredientes y también de la fermentación. Estos compuestos son menos volátiles que los alcoholes superiores, lo que significa que se mantienen en la cerveza durante su almacenamiento. Este tipo de compuestos suelen ser descritos con notas ahumadas o a especias (Martell, 2020).

Floculación: Las propiedades de la floculación de un determinado cultivo de

levadura cervecera es uno de los factores más importantes a considerar durante la fermentación del mosto. Tal es así, que la selección de una cepa para su uso en cervecería está determinada en gran parte por estas características. (Mateu & Abreu, 2004)

Una levadura de baja floculación por lo general queda suspendida por mucho más tiempo en la cerveza, dándole una apariencia turbia a la misma, y brindando sabores propios.

Por otro lado, una levadura de alta floculación usualmente fermenta en poco tiempo y se asienta muchísimo más rápido, facilitando así la aclaración natural a la cerveza y brindándole sabores más limpios. (Cuellar, 2016)

3.1.5. Adjuntos

Debido a que los adjuntos pueden ser diversos tales como semillas, flores, pero sobre todo fuentes de almidón o azúcares como los jarabes y otros granos como el arroz o el centeno, por lo que darles una especificación no sería algo correcto, estas adjuntos dan propiedades y éstas pueden ser el sello de la marca, o del estilo de cerveza. En la Tabla 7 se muestra una serie de adjuntos que se pueden emplear en la elaboración de cerveza, así como las propiedades que imparten.

Tabla 7. Adjuntos y propiedades que imparten a la cerveza. (La maltería del cervecero, 2019)

Adjunto	Propiedades
Arroz	<ul style="list-style-type: none"> - No aporta sabor - Aporta cuerpo y carácter seco acentuando los lúpulos.
Arroz en hojuelas	<ul style="list-style-type: none"> - Proporciona cuerpo sin añadir sabor ni color, debe ser macerado y su uso máximo es de un 20%.
Avena	<ul style="list-style-type: none"> - Bajo contenido en almidón , alto contenido en grasas, proteínas y betaglucanos - Aporta cremosidad y untuosidad a la cerveza, en elaboraciones normales no debe sobrepasar el 10%.

Azúcar (sacarosa)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta el grado alcohólico y la sequedad en la cerveza, no precisa ser macerado y no debe pasar del 20%. - Este tipo de adjuntos no se pueden añadir más de un 10% o de un 5% en el caso del azúcar de maíz ya que se puede obtener fermentaciones defectuosas por el alto contenido alcohólico y generar sabores no deseados, parecido al disolvente de pintura.
Cáscara de cebada	<ul style="list-style-type: none"> - Añade sabor a cereal - Mejora la retención y la estabilidad de la espuma, debe ser macerada y no superar el 20% del total del grano
Cebada sin maltear	<ul style="list-style-type: none"> - Estabiliza y mejora la espuma, se puede llegar a utilizar hasta un 50% en el macerado, teniendo en cuenta la cantidad de enzimas que se tiene.
Cebada tostada	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta color rojizo y sabores a nuez tostada, no necesariamente tiene que ser macerada. Se puede utilizar en maceración en frío y no añadir más de un 10%.
Centeno	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta sabor especiado y naranja a la cerveza.
Centeno en hojuelas	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta el mismo sabor que el centeno - Otorga más untuosidad teniendo que ser macerado y no superando el 20%
Hojuelas de cebada	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementa la retención de espuma por el aporte de beta glucanos, necesitan ser macerados no superando el 5%.
Trigo espelta	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta un sabor y aroma herbáceo. Utilizar en pequeñas cantidades no superando el 30% en el macerado.
Jarabe de maple	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta sabor a maple y puede llegar a oscurecer el color de la cerveza, teniendo un tono de unos 20 SMR se añade en la olla de hervido y este adjunto no debe ser mayor al 10%.
Maíz en hojuelas	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementa los azúcares fermentables sin añadir color ni sabor, debe ser macerado y no superar el 40%.
Melaza	<ul style="list-style-type: none"> - Otorga profundidad a la cervezas de carácter ALES de alta graduación, no necesita ser macerado y no superar el 10%.
Miel	<ul style="list-style-type: none"> - Confiere un distintivo carácter a miel y un final seco a la cerveza, no necesita ser macerado y a modo orientativo para tener un sabor sutil se tiene que añadir de un 5 a un 10%, para un sabor robusto a miel de

	un10 a un 30% y más de un 30% predominará el sabor de la miel por encima de todo.
Trigo malteado	- Aporta sabor a grano, estabilidad y retención de espuma necesita ser macerado y se puede llegar a utilizar hasta un 40%.

3.2. Proceso

Para evaluar la calidad en el proceso se sugiere llevar a cabo el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control o en inglés Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP).

Primero es necesario realizar un diagrama de flujo de la elaboración de cerveza (ver Figura 5).

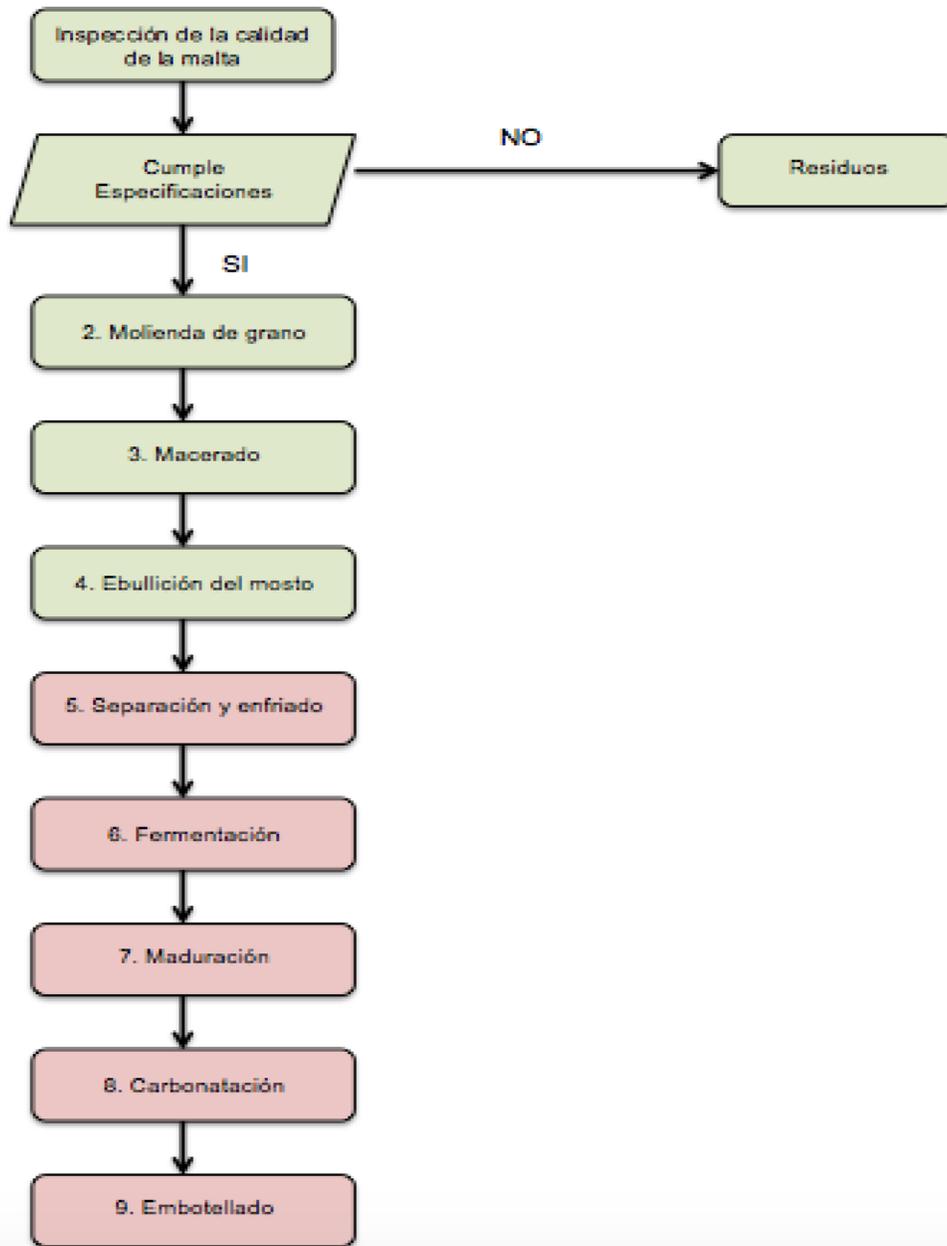


Figura 5. Diagrama de flujo de la producción de cerveza. (elaboración propia)

El objetivo del HACCP es eliminar los peligros identificados para obtener un producto seguro mediante la actuación preventiva en contraposición a una actuación en el producto terminado ejemplificada por el análisis estándar de dicho producto (ver **Anexo 1,A.1.3.**).

El punto del proceso donde se puede eliminar un peligro se denomina punto crítico de control (Enríquez, 2014). En el caso de la producción de cerveza artesanal se identificaron 5 puntos en el proceso con riesgos señalados en la figura 7 de color rojo. En estos 5 puntos, se podrían presentar los problemas de contaminación microbiológica, sobrecarbonatación y presencia de objetos extraños. Para evitar esto se tienen que encontrar medidas correctivas, en la Tabla 8 se describen algunas medidas.

Tabla 8. Peligros y prevención en el proceso de producción de cerveza. (Cerveceros de España, 2005)

Paso	Peligros	Prevención
5. Separación y Enfriado	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación química: por refrigerantes cuando las placas intercambiadoras de calor se dañan. - Contaminación física: pequeños pedazos de metal provenientes del intercambiador de calor en mal estado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento regular y control de la presión de los discos intercambiadores de calor.
6. Fermentación 7. Maduración	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación química: por sobredosis de agente antiespumante, restos de detergentes. -Contaminación microbiológica: bacterias ácido lácticas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Correcta limpieza y enjuague del equipo para evitar contaminaciones con agentes químicos. - No exponer el producto al medio ambiente.
8. Carbonatación	<ul style="list-style-type: none"> - Sobrecarbonatación: Exceso de CO₂ en producto terminado 	<ul style="list-style-type: none"> - Añadir dosis de dextrosa (o cualquier azúcar) indicada por L de producto obtenido y para el tipo de cerveza. (Anexo 2)
9. Embotellado	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación física: por cuerpos extraños, esquirlas de vidrio por choques entre botellas - Contaminación química por residuos del detergente 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspección de botellas - Control del proceso de enjuagado de botellas.

Para cada proceso, se resumen los peligros para la seguridad alimentaria (químicos, físicos, microbiológicos) que se sabe que existen para la industria. Si hay evidencia que respalde el análisis de peligros en documentos publicados, se podría emplear la información en el llenado de la Tabla 9.

Tabla 9. Justificación del Punto de Control Crítico (PCC).

PASO 9 de acuerdo al Diagrama HACCP (Figura 7)	
<p>P1. El proceso pasó a reducir la contaminación a un nivel aceptable?</p> <p>Sí - Este paso es un PCC No - Pasa a P2</p>	
<p>Justificación para esa decisión</p>	<p>Un lavado correcto y una revisión a los envases antes de verter el líquido ayuda a la contaminación bacteriana y restos de pequeños objetos, así como de botellas astilladas.</p>
<p>P2. ¿Podría el producto contaminarse por encima de los niveles aceptables o aumentar a niveles inaceptables?</p> <p>Sí - Este paso es un PCC No - Pasa a P3</p>	
<p>Justificación para esa decisión</p>	
<p>P3. ¿Un paso posterior del proceso puede reducir la contaminación a un nivel aceptable?</p> <p>No - Este paso es un PCC Sí - Este paso no es PCC</p>	
<p>PCC</p>	<p>Sí</p>

3.3. Producto Terminado

Para hablar de la cerveza como producto terminado, se deben de realizar un serie de pruebas, tanto físicas como químicas para verificar su calidad y cumplimiento a las especificaciones establecidas, pero el más importante es el tiempo que transcurre desde su envasado hasta el momento de ser consumida, ya que

durante estos procesos están comprometidos: la estabilidad del sabor, la turbidez y la microbiológica. El oxígeno es un factor importante que afecta el sabor y la turbidez en la cerveza. (Suárez, 2013)

3.3.1. Análisis Sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Asimismo, el Instituto de Tecnólogos de Alimentos de EE.UU. (IFT) define la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto y oído. También se define como la ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos mediante los sentidos (ISO/FDIS 5492:2007).

Las pruebas sensoriales son realizadas por personas entrenadas que utilizan sus cinco sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído, evaluando y definiendo características del alimento analizado (Picallo, 2009).

Pruebas más usadas en una Cervecería

- **Pruebas analíticas**

Se caracterizan por analizar y medir dimensiones físicas y químicas. Se requieren jueces entrenados y pueden participar pocas personas.

Discriminativas: Este tipo de pruebas permiten conocer si existen diferencias entre dos o más productos. Son relativamente sencillas de llevar a cabo, pero pueden otorgar mucha información de acuerdo con análisis estadístico.

Estas pruebas se pueden ocupar en una cervecería para comparar el producto con marcas comerciales e incluso la competencia y así saber cuál tiene mayor o menor atributos como: sabor a malta, sabor a café, chocolate (impartidos por maltas de especialidad) u olores cítricos, florales, etc.

Tipos de pruebas

- Comparación por pares
- Dúo - Trío
- Triangular

Análisis descriptivo de producto: Se utilizan para el control de calidad, la comparación de productos en fase de prueba piloto para comprender la reacción del público consumidor en relación a los atributos sensoriales de dichos productos. Una de las pruebas recomendadas es la del perfil de sabor.

Perfil del sabor

Esta técnica analiza las características percibidas del aroma y sabor de un producto, sus intensidades, el orden de aparición, y resabios. (Severiano, P.)

- **Pruebas afectivas**

En estas pruebas se busca cuantificar el grado de agrado o desagrado de un producto. Llegan a ser ampliamente utilizadas para el desarrollo de productos en las que se quiere saber si los consumidores preferirían o estarían dispuestos a comprar un producto. No se requiere de un panel entrenado y se requiere más de 100 personas para su estadística.

Estas pruebas reflejan la aceptación del producto al público en general. Se recomienda hacer primero este tipo de pruebas para reformular el producto si no le satisface al consumidor.

Tipos de pruebas

Aceptación: Aceptación o rechazo del producto

Preferencia: Selección de una sobre otras opciones

Hedónicas: Grado de gusto o disgusto.

Con base en estas pruebas, se pueden definir las características sensoriales del producto:

Características sensoriales de la cerveza

Color: Característico al tipo de cerveza

- Cervezas claras, también llamadas rubias, son aquellas cuyo color es inferior a 8 unidades de color, medidos espectrofotométricamente (°SRM).
- Cervezas oscuras, también llamadas negras, son aquellas cuyo color es igual o superior a 8 unidades de color, medidos espectrofotométricamente (°SRM).

Olor: Característico, libre de sabores extraños

Sabor: Amargo característico, libre de sabores extraños (NJN, 2000)

Color

El color de la cerveza ha recibido poca atención en la literatura cervecera durante los últimos cuarenta años. Las técnicas básicas para evaluar y cuantificar el color en la cerveza se establecieron en la década de 1940 y principios de la de 1950, y desde entonces se han producido pocos descubrimientos adicionales.

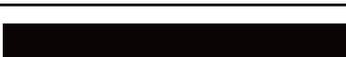
Se ha investigado que el color de la cerveza es influenciado por los ingredientes, sin embargo ninguno ayuda a precisar el color del producto final. Por supuesto, las demandas de color por parte de las grandes cerveceras (para quienes la mayoría de las investigaciones se realiza) son bastante diferentes de los elaborados por el cervecero artesanal. La mayoría de los cerveceros comerciales elaboran el mismo producto día tras día, año tras año. Debido a que producen la misma receta todo el tiempo, tienen poca necesidad de predecir el color probable de una nueva formulación, y cuando lo hacen, todo se resuelve en la cervecería piloto.

Lo que necesita un cervecero artesanal es una forma fácil y confiable de evaluar el color de la cerveza terminada.

Todos usan un sistema de comparación donde la muestra desconocida (su cerveza) se compara visualmente con un estándar o estándares de valor SRM conocido (ver Tabla 10). Estos requieren ciertos procedimientos estándar y procedimientos que incluyen:

1. Verter una pulgada o dos de cerveza en un vaso de plástico transparente o en un recipiente de vidrio estandarizado etiquetado con la identidad de esa cerveza. (El recipiente utilizado y el nivel de cerveza debe ser el mismo en todos los casos).
2. Verter para maximizar la formación de espuma, luego agitar la cerveza varias veces para liberar gas adicional. Repetir según sea necesario. Cuando la cerveza no tenga burbujas de gas visibles, estará listo para comenzar.
3. Comparar los estándares y el producto enfrente de una hoja blanca iluminada con luz solar o una lámpara de alta intensidad. (Daniels, 2000)

Tabla 10. Color de la cerveza y valores SMR (Modificado de Daniels, 2000)

SMR / Lovibond	Color de la Cerveza	Ejemplo
2		Pale lager, Witbier, Pilsener
3		Maibock, Blonde Ale
4		Weissbier
6		American Pale Ale, IPA
8		Weissbier, Saison
10		English Bitter, ESB
13		Bière de Garde, Double IPA
17		Vienna lager, Marzeb, Amber Ale
20		Brown Ale, Bock, Dunkel
24		Irish Stout, Doppelbock, Porter
29		Stout
35		Baltic Porter
40		Imperial Stout

Olor

Los aromas más relevantes que se pueden detectar provienen de las maltas usadas, así como de los lúpulos. Por un lado, los cerveceros con un poco de experiencia, en general, pueden identificar el tipo de malta usada, sobretodo en función del estilo. Así, se pueden percibir desde las maltas base, con un aroma que recuerda al pan o las maltas tostadas, con un olor tostado o de bizcocho. Por otro lado, el lúpulo aportará notas herbales, florales, a madera o incluso a fruta,

pues en los últimos años se han desarrollado lúpulos afrutados que poco a poco han tenido su protagonismo. Otros aromas que se pueden detectar se originan a partir del proceso de fermentación, tal y cómo se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Principales aromas detectados en la cerveza. (Cerveza artesana, 2014)

Aromas		
Primarios	Maltas	Lúpulo
	<ul style="list-style-type: none"> - Maltas base: suave dulzor, con reminiscencias a grano y pan. - Maltas caramelo: aromas a pasas, miel, caramelo o tofe - Maltas chocolate: tostado, la nuez, la galleta, el chocolate o el café. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aromas herbales - Florales - Especiados - Frutales - Cítricos <p>Otros aromas: terroso (lúpulo Saaz), pino (Styrian Golding), limón (Sorachi).</p>
Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> - Ésteres afrutados: que recuerdan a la miel o a frutas como el melón, la cereza, las pasas, las frutas del bosque, el plátano, la frambuesa o la papaya, entre muchos otras. - Especiados: con reminiscencias a la nuez moscada, la vainilla, la marialuisa o la artemisa. - A diacetilo: que recuerdan a la mantequilla, la nuez o la avellana. - Alcohólicos: presentes en cerveza de alto volumen alcohólico. 	

Sabor

En función del tipo de malteado al que se haya sometido el grano, los sabores que se obtendrán serán distintos.

En cuanto al lúpulo, hay muchas variedades y las diferencias residen principalmente de la zona de origen. Cada lúpulo, otorgará sabores distintos a la cerveza.

Adicionalmente, una cerveza artesanal a menudo puede presentar otros sabores, ya sea derivados de la fermentación o de productos añadidos.

En la tabla 12 se resumen los principales sabores detectados en la cerveza.

Tabla 12. Sabores detectados en la cerveza. (Cerveza Artesana, 2014)

Ingrediente	Sabor impartido
Malta	<ul style="list-style-type: none"> - Tostados y torrefactos - Toques especiados - Pan y galleta - A malta (dulce) - Acaramelado - Nuez - Chocolate - Café - Ahumados
Lúpulo	<ul style="list-style-type: none"> - Herbales - Especias - Florales - Afruitados - Frutas tropicales - Cítricos - Terrosos
Derivados de la fermentación o de productos añadidos	<p>.- <u>Frutas</u>: si se le añade a la cerveza ingredientes como el mango, las cerezas o las frutas del bosque, o se usan levaduras como la Danstar Munich, que otorga un sabor a plátano y clavo.</p> <p>- <u>Herbales y especiados</u>: si se le añade al producto nuez moscada, romero o cilantro, entre otras especias.</p> <p>- Alcohol: percibido por una sensación de quemazón en la boca.</p> <p>- Diacetilo: que en exceso se considera una contaminación. Procedente de la fermentación, recuerda a la nuez, la manteca o el tofe.</p> <p>- Disolvente o barniz: generado durante la fermentación y considerado como una contaminación</p>

3.3.2. Análisis Físicoquímicos

En este apartado se revisarán los estándares físicoquímicos de diferentes normas tanto nacionales como internacionales para la producción de cerveza industrial.

De acuerdo con la Norma Jurídica de Nicaragua las características generales de la cerveza incluyen: (NJN, 2002)

1. No se permite el uso de materiales filtrantes como asbesto u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas.

2. La cerveza deberá estar libre de cualquier ingrediente dañino a la salud.
3. La cerveza puede contener solamente los aditivos y conservadores establecidos por el Codex Alimentarius.
4. La cerveza deberá estar libre de colores artificiales, excepto caramelo producido por la malta y/o el azúcar y por los utilizados para la cerveza saborizada.
5. La cerveza deberá contener dióxido de carbono (CO₂) antes de envasarse.
6. La cerveza deberá estar libre de bacterias coliformes y otros microorganismos patógenos.
7. La cerveza deberá fabricarse en establecimientos construidos y mantenidos bajo condiciones higiénicas sanitarias al igual que los equipos como molino, tanques de fermentación, tanques de almacenamiento, filtros y equipos de llenado.
8. La cerveza deberá estar libre de insectos o restos de ellos y de cualquier otro tipo de fragmento tales como plástico, metales u otras impurezas.

- Especificaciones

Cumplir con la especificaciones establecidas permite garantizar la calidad del producto, lo cual verifica que ha sido elaborado bajo procesos controlados, esto se verifica por medio de análisis fisicoquímicos establecidos en técnicas reconocidas y avaladas por instituciones a nivel internacional como AOAC (Asociación de Comunidades Analíticas), ASBC (Sociedad Americana de Químicos Cerveceros), EBC (Convención Europea de Cervecería) o a nivel local NOM, NMX.

Estás proporcionan al profesional, los conocimientos necesarios para evaluar la composición química que suceden en los procesos de producción, mediante el análisis proximal e instrumental, utilizando técnicas de laboratorio y métodos experimentales que coadyuven a la obtención de resultados precisos, permitiendo con esto alcanzar un desarrollo integral en los procesos de industrialización de los productos alimentarios y sus derivados.

En la Tabla 13 se muestran algunas especificaciones fisicoquímicas de la cerveza, dependiendo de la norma o ley de cada país para la venta de este producto. (UASLP, 2020)

Tabla 13. Cuadro comparativo de especificaciones fisicoquímicas para la cerveza establecidas en Normas (Nacionales e Internacionales).

Norma (País)	México	Nicaragua	Chile	Argentina
	NOM-199-SCFI-2017 Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de pruebas	Normas Jurídicas de Nicaragua Bebidas fermentadas. Cerveza, especificaciones	Normativas SAG REGLAMENTA LEY N° 18.455 QUE FIJA NORMAS SOBRE PRODUCCION, ELABORACION Y COMERCIALIZACION DE ALCOHOLES ETÍLICOS; BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y VINAGRES	Res. GMC N° 14/01 Incorporada por Res. Conj. SPRyRS 67/2002 y SAGPyA 345/2002 del 16/12/2002 CAPÍTULO XIII BEBIDAS FERMENTADAS CERVEZAS Artículo 1080
Especificaciones				
Grado alcohólico (% alc. vol)	2 - 20 (a 20 °C)	2.54 - 9	tolerancia de 0.5° bajo la graduación alcohólica indicada en la etiqueta	NR
pH	2.5 - 5	3 - 4.8	3.5 - 5	4 - 5
Unidades de Amargor (IBU´s)	NR	mínimo 2	NR	NR
CO₂ (%v, %p/p)	NR	2.4 - 3.6	NR	superior a 0,3%p/p
Acidez total (como ácido láctico en g/l)	0 - 10	NR	NR	no deberá exceder al 3% p/p

NR - No reportado

En las normas mexicana y nicaragüense establecen límites en el contenido alcohólico, mientras que la norma chilena y argentina no indican este intervalo, por lo que se pueden comercializar cervezas con contenido alcohólico variable.

Los valores de pH indican que tan ácidas se permiten las cervezas en el país, por ejemplo, en las normas nicaragüense y chilena tiene un valor mínimo 3 y máximo de 5, incluso la norma mexicana indica un valor más bajo, esto quiere decir que se permiten las denominadas sour beers o cervezas ácidas. Cualquier variación del pH final, especialmente una lectura mucho más baja, puede indicar una descomposición por microorganismos que puede llevar a cervezas amargas y turbias. Si la lectura se encuentra fuera de los intervalos; podría indicar alguna sustancia alcalina se introdujo a la mezcla. (Brew, 1976) En ese caso es necesario detener la producción y hacer limpieza en el sistema.

Solo la norma nicaragüense hace referencia a la unidades internacionales de amargor (IBUs). Establece un mínimo de 2 unidades, aunque es un valor bajo de amargor en la cerveza, se entiende que la cerveza tiene que aportar su nota amarga, ya que es un característico de la bebida y es bueno reconocer este tipo de especificaciones. Lo que muchos ignoran es que a pesar de que los cerveceros utilizan las IBUs como una guía de sabores, es importante notar que la malta, así como otros aditivos o ingredientes, pueden opacar la amargura de la cerveza. Esto significa que las IBUs no siempre definen el sabor de una cerveza. Por ejemplo, una cerveza de 35 IBUs con una malta de poco carácter, puede ser mucho más amarga que una de 70 IBUs con una malta de gran perfil. A esto también se suman otras variables como la edad de los lúpulos, la temperatura y tiempo de cocción, así como el nivel de atenuación de la levadura (Cerveceros de México, 2020). En el **Anexo 3** se muestra el algoritmo para determinar las IBU en la cerveza.

El ácido láctico es producto de bacterias ácido - lácticas, existen cervezas que se favorecen con este tipo de fermentación. Las bacterias ácido lácticas representan una contaminación grave de la cerveza y producen cantidades importantes de metabolitos indeseables, entre los que se encuentra el precursor del diacetilo,

responsable del aroma a mantequilla, el cual es un defecto y son difíciles de erradicar (Hough, 1990).

Debido a lo anterior se sugiere emplear las especificaciones de grado alcohólico, pH e IBU's como parámetros fisicoquímicos de calidad del producto terminado.

3.3.3. Vida de anaquel

De acuerdo a la NOM-142-SSA1/SCFI-2014 cualquier bebida alcohólica de venta al público tiene que contener fecha caducidad o fecha de consumo preferente. En las cervezas artesanales, la fecha que aparece en las botellas no es la fecha de caducidad, si no la fecha de consumo preferente. Esta fecha estipula el período durante el cual la cerveza guardará sus propiedades y gusto original. Una vez pasada esa fecha, se corre el riesgo de que su gusto, aromas, su cristalinidad, pero sigue siendo apta para su consumo y no es peligrosa para la salud. (Cervezas Artesanales, 2017)

En el caso que la cerveza pase de la fecha de consumo preferente será fácilmente identificable sobre todo por su olor y sabor avinagrado. Por regla general, las cervezas artesanales suelen tener un período de consumo preferente de entre un año o dos (si estas llevan un proceso de pasteurización). Para las cervezas de alta graduación alcohólica por encima de los 9 o 10 grados, como por ejemplo la Bidassoa Nexus o la Laugar Aupa Tovarisch de 10 y 12 grados respectivamente, el periodo de consumo preferente puede ser de 5 a 10 años. Estas cervezas artesanales de alta graduación, si están bien conservadas (fuera del alcance directo de la luz y bien cerradas), con el tiempo incluso van mejorando y no habría ningún problema por tomarlas una vez terminada la fecha de consumo preferente (Solo Cervezas Artesanales, 2017).

Los datos de consumo preferente se podrían establecer con la ayuda de una evaluación sensorial con métodos cuantitativos. Una prueba de intervalo sería efectiva para realizar una vida de anaquel, en el **Anexo 2** se presenta una propuesta de protocolo para realizar dicha prueba.

En este protocolo se plantea analizar periódicamente a la cerveza para conocer en qué tiempo pierde sus atributos y comienzan los sabores indeseables que se

producen con la oxidación. Se aconseja mantener la cerveza artesanal cuando no haya sido pasteurizada por debajo de los 5°C. En general, por encima de los 10°C las bacterias que contiene la cerveza empezarán a reproducirse, deteriorando el sabor e incrementando la turbidez (Cerveza Artesana, 2014).

Son muchos los factores que pueden causar el enturbiamiento de la cerveza: proteínas inestables, complejos de proteínas-taninos o microorganismos. El enturbiamiento por oxidación se debe a compuestos de proteínas-taninos que se originan por la presencia de oxígeno. El oxígeno se hace presente por la agitación de la cerveza al ser transportada. Para impedir esta turbidez resulta muy eficaz la saturación de la cerveza con CO₂. (Prescott, 1996)

Conclusiones

A partir del HACCP se encontraron 4 puntos críticos en el proceso de elaboración de cerveza, que son: Fermentación, Embotellado, Carbonatación y Maduración.

Con base en la revisión de las Normas se establece que los parámetros que se pueden utilizar para una cerveza artesanal con las especificaciones de cervezas industriales son: Grado alcohólico, pH e IBU's.

Al determinar la fecha de consumo preferente de una cerveza artesanal se recomienda emplear pruebas sensoriales cualitativas como la prueba de intervalo para evaluar en forma periódica olor y sabor principalmente.

En este documento se recopila información de las materias primas, proceso y principales características de la cerveza artesanal así como sus defectos lo cual podrá servir de guía para personas que se inician en este sector artesanal.

Bibliografía

- ACERMEX.(2018). Reporte de la Industria Cervecera Independiente Mexicana. Consultado el 10 de septiembre 2020 Recuperado de: <https://bit.ly/3p5E1lg>
- Animal Gourmet, (2017). Estas son las cervezas con mayor grado de alcohol. Consultado el 6 de febrero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/2YToAr2>
- Baik, B. K. & Ullrich, S (2008) .Cebada para alimentos: Características, mejora e interés renovado. *J. Cereal Sci.* 48, pp. 233- 242 .
- Burini,J & Libkind, D (2017). Parámetros de calidad del Lúpulo. Consultado el 27 de Diciembre 2020, Recuperado de: <https://bit.ly/39VTS5J>
- Brew, J. (1976). Factores responsables por la disminución del pH durante la fermentación., Vol. 82, pp. 149-153
- Carrion, A. (2018). La cerveza artesanal en México. Consultado el 9 de mayo de 2020 Recuperado de: <https://bit.ly/395QuGz>
- Cerveceros de España (2005). Guía para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control en el sector cervecero de españa. Consultado el 29 de enero 2021, Recuperado de <https://bit.ly/3oq8srC>
- Cerveceros de México, 2020. ¿Qué son las IBU y cual es su impacto en la cerveza?Consultado el 4 de febrero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/2YYXmzH>
- Cervecistas (2018). Historia de la cerveza. Consultado el 9 de mayo 2020, Recuperado de <https://bit.ly/39VpXuy>

- Cerveza, (2002). Bebidas fermentadas. Consultado el 5 de enero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/364ZglY>

- Cerveza Artesana, (2014a). La nariz sabe: Los aromas que puede tener una cerveza. Consultado el 29 de diciembre 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3qMjBVj>

- Cerveza Artesana, (2014b). LOS SABORES DE LA CERVEZA. Consultado el 29 de diciembre 2020. Recuperado de <https://bit.ly/2KCEu5V>

- Cerveza Artesana, (2014c). Cadena de frío. Consultado el 5 de enero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/393DpgQ>

- Cerveza Artesana, (2014d). La cerveza en las antiguas civilizaciones de Babilonia, Grecia y Roma. Consultado el 9 mayo de 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3eob4ou>

- Cervezomicón, 2016. Matemática cervecera, cálculo de IBU's. Consultado 4 de febrero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3oVd3IV>

- Codex Alimentarius (2019). Norma general para los aditivos alimentarios. Consultado el 21 de enero 2020. Recuperado de <https://bit.ly/2NgA0Th>

- Cocinista (2019). Carbonatación de la cerveza. Consultado el 5 de enero 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3tzMULZ>

- Cuellar, L. (2017). La importancia de la densidad final en las recetas de cerveza. Consultado el 28 de diciembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/39VqtbY>

- Cuellar, L. (2016). Qué significa floculación en la levadura y porqué es importante saberlo. Consultado el 28 de diciembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/2LRy03u>

- Daniels, R., Parker. J., (1998). *Brown Ale : historia, técnicas de elaboración, recetas*. Colorado, EUA. Editorial: Brewers Publications

- Daniels, R., (2000). *Diseñando grandes cervezas*. Colorado, EUA. Editorial: Brewers Publications

- Enríquez, J., (2014). “Guía de exportación de mezcal a Estados Unidos” (Licenciatura en Química de Alimentos). Universidad Nacional Autónoma de México, México, Ciudad de México.

- FAO, 2001. Normas Internacionales. Consultado el 6 de octubre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3p6yAsN>

- FAO, 1985. Anexo 6 instrucciones de control de calidad, manejo y almacenaje de materias primas y producto acabado. Consultado el 25 de octubre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/39V3Ft2>

- FISAC (2006). Historia de la cerveza en México, Consultado el 9 de mayo de 2020 Recuperado de <https://bit.ly/3izucjr>

- Forbes (2018). La cerveza artesanal mexicana, con todo para crecer. Consultado el 28 de junio 2020 Recuperado de <https://bit.ly/3qDz4XF>

- Forsythe, S. y Hayes, R., 1999. Higiene de los alimentos, microbiología y HACCP. Editorial ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España. 303-320.

- Giner, S., (2019). El proceso de elaboración de una cerveza. Consultado el 15 de enero 2021, Recuperado de <https://bit.ly/3o13lsc>

- Giner, S. (2020)., Los ingredientes de la cerveza. Consultado el 15 de enero 2021, Recuperado de <https://bit.ly/2LKjPgT>

- Hough, J. (1990). *Biología del malteado y la elaboración de la cerveza*. Editorial: Universidad de Cambridge

- Hieronymus, S.(2012), *Por amor al lúpulo: la guía práctica sobre el aroma, el amargor y el cultivo del lúpulo*. Colorado,EUA. Editorial: Brewers Publications

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2007), Coliformes totales y E.coli por el método de filtración por membrana en agar chromocult. Consultado el 18 de diciembre 2020 Recuperado de <https://bit.ly/3p9uRdP>

- Kulp, K. & Ponte, J. (2010). *Handbook of cereal science and technology*. E.U.A.: Marcel Dekker. 33-36 pp., 505-535 pp.

- La Maltería del Cerveceros (2019). Adjuntos para la Cerveza. Consultado el 29 de diciembre 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3p8sw2X>

- Loviso, C. & Libdink, D. (2018). Síntesis y regulación de compuestos del aroma y el sabor derivados de la levadura en la cerveza: ésteres. *Revista Argentina de Microbiología*. 436-446 pp.

- Mallett, J. (2014). *Malta Guía práctica del campo a la cervecería*. Colorado.EUA: Brewers publications.

- Martell, E. (2020). Aromas y sabores de mi cerveza: la levadura y la fermentación. Consultado el 28 de diciembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3sLukAW>

- Martínez, E., Jiménez, V.,(2013). Cebada (*Hordeum vulgare* y *distichum* L. Consultado el 9 de Junio del 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3oaKwZ4>

- Mateu, Y. & Abreu, J. (2004). La floculación en levaduras cerveceras. Consultado el 10 de marzo 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3cmFjts>

- Morales, M. (2018). Reacciones químicas en la cerveza. Consultado el 13 de marzo 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3leGEpX>

- Nader, A. (2000). La calidad. Aplicación de sus principios a los alimentos. Su visualización por distintos sectores.El enfoque del Codex Alimentarius. Consultado el 20 de septiembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3964sYY>

- NMX-FF-043-SCFI-2003, Productos alimenticios no industrializados para consumo humano – Cereal – Cebada Maltera – (*Hordeum vulgare* L. Y *Hordeum distichum* L.) – Especificaciones y métodos de prueba. Consultado el 30 de octubre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3oaKaBI>

- NOM-127-SSA1-1994, MODIFICACIÓN a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Consultado el 31 de octubre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/2Y10zhF>

- NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial. Consultado el 2 de noviembre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/39XHDG9>

- NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Consultado el 2 de noviembre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3sL05u0>

- Normas Jurídicas de Nicaragua (NJN), (2002), Bebidas fermentadas. Cerveza, Especificaciones Consultado el 4 de noviembre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3c0NFZd>

- Normativas SAG, (2019). Reglamenta Ley N° 18.455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de alcoholes etílicos, bebidas alcohólicas y vinagres. Consultado el 5 de enero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3p7Yk85>

- Ortega, P., (2020). Defectos y contaminaciones de las cervezas. Consultado el 5 de enero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/392rXSx>

- Palmer, J. (2006). *Como elaborar cerveza –Todo lo que necesitas saber para elaborar cerveza por primera vez*. Colorado, EUA. Editorial: Brewers Publications

- Palmer, J., Kaminski, C., (2013). *Água*. Colorado, EUA.: Brewers Publications

- Papazian, C. (2003). *La alegría completa de la elaboración casera*. Nueva York, EUA. Editorial: Harper Resource

- Pellettieri, M. (1968). *Gestión de calidad, planificación esencial para cervecerías*. Colorado, EUA. Editorial: Brewers Publications

- Pérez, C. & Boan, M. (2008), Evaluación Sensorial de la Cerveza, Consultado el 29 de diciembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/2XZoGNE>

- Picallo, A. (2009). Análisis sensorial de los alimentos : El imperio de los sentidos. consultado el 29 de diciembre de 2020. Recuperado de <https://bit.ly/2XZ2frM>

- Prescott, S. (1996). Microbiología Industrial. Madrid, España. Editorial : Aguilar.

- Saltoki,2017. Cómo funciona un equipo de ósmosis inversa. Consultado el 26 de diciembre de 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3bY41BK>

- Secretaría de Economía. (2016). Competitividad y Normatividad/Normalización. Consultado el 21 de enero 2020. Recupero de: <https://bit.ly/2Y5fiYF>

- Secretaria de Salud. (2015). Normas Oficiales Mexicanas, Consultado el 24 de septiembre de 2020, Recuperado de: <https://bit.ly/3iDsGgm>

- SEMARNAT, (2001). Calidad del agua. Consultado el 30 de octubre de 2020. Recuperado de : <https://bit.ly/3sOIQJB>

- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (2018), Análisis para la determinación de la calidad de granos, Consultado el 30 de octubre de 2020, Recupero de <https://bit.ly/3638xv0>

- Severiano, P. (2012), Manual de Evaluación Sensorial. CDMX, México. Editorial:PAPIME

- Solo Cervezas Artesanales (2017). Fecha de caducidad de la cervezas artesanales, Consultado el 12 de diciembre 2020, Recuperado de <https://bit.ly/3p5GAdm>

- Shewry, P. R., Napier, J. A. & Tatham, A. S.(1995) Proteínas de almacenamientos de semillas: Estructuras biosíntesis. *Célula vegetal*.7,pp. 945-956.

- Strong, G. & England, K. 2015, *Guía de estilos de cerveza*. Editorial: BJCP,Inc.

- Strong,G. 2011, *Elaborando mejor cerveza*. Colorado,EUA.:Editorial: Brewers Publications

- Suárez, M., (2013). “Cerveza: Componentes y propiedades”(Maestría Universitaria en biotecnología alimentaria). Universidad de Oviedo, España, Oviedo.

- UASLP., (2020). Análisis Físicoquímicos de Alimentos. Consultado el 7 de enero de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3iysDIM>

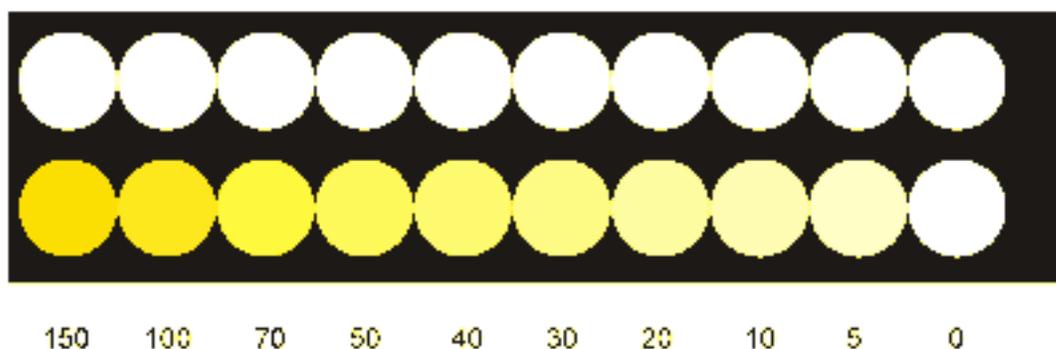
- Vera, A.M. (2017). Desarrollo y formulación de cervezas artesanales.Consultado el 3 de junio de 2020. Recuperado de <https://bit.ly/3sJO7AR>

- Vito,J.J (2019). “Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (ASLT) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de pota (Dositicus Gigas)”. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú

- Viva la chela (2020). Historia de la Cerveza en México,Consultado el 9 de mayo 2020, Recuperado de <https://bit.ly/2MaEEIt>

ANEXO 1

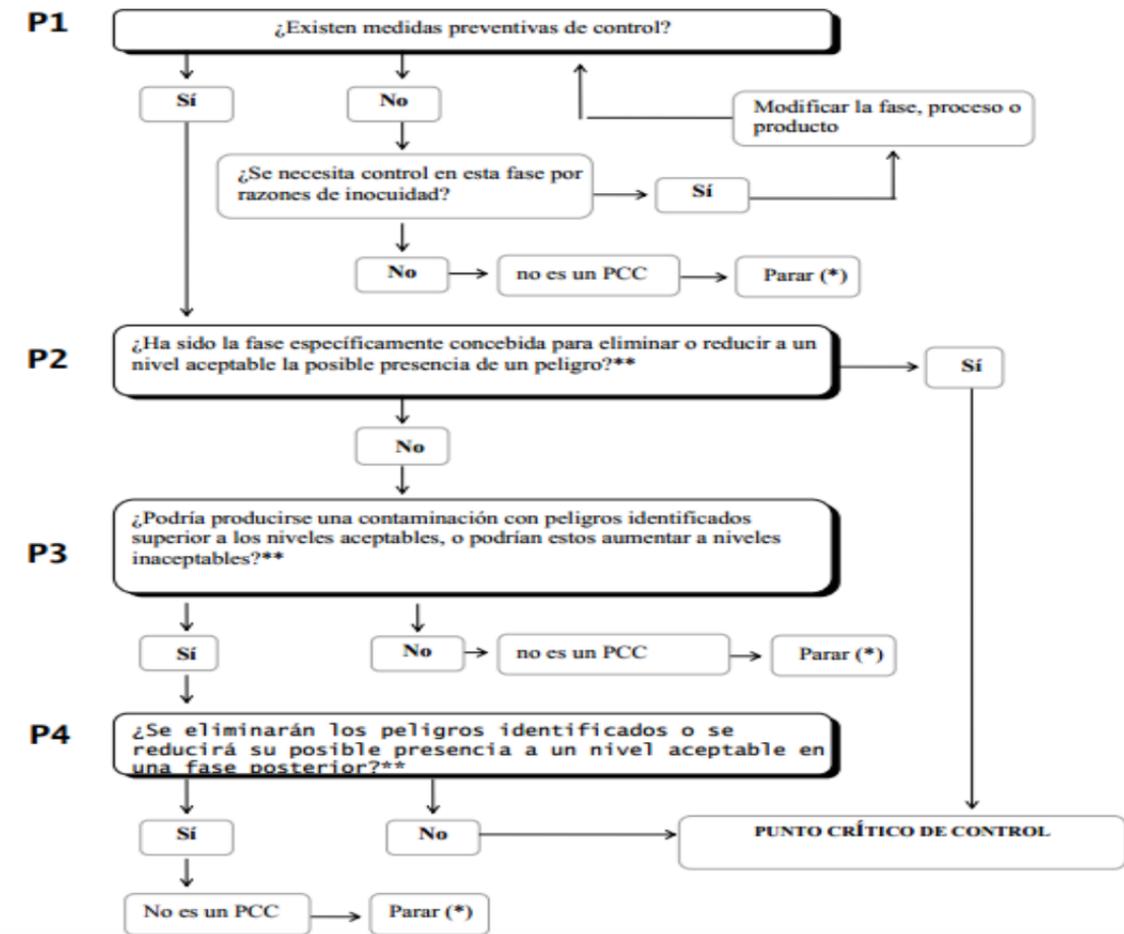
A.1. Escala Cobalto-Platino para evaluar el agua según la NOM-127-SSA1-1994



A.1.2. Listado de proveedores de materias primas

Nombre del proveedor	Ciudad del proveedor	Página internet	Insumos que venden
Haz Chela	CDMX	https://hazchela.com/esp/	Levadura, maltas, extracto de malta, lúpulos, nutrientes, sales y aditivos.
Maltosaa	Queretero	https://maltosaa.com.mx/tienda/	Levaduras, Maltas, lúpulos
Tu Chela	CDMX	http://www.tuchela.com/	Maltas, extracto de maltas, levaduras, hojuelas y lúpulos
De cero a cervecero	CDMX	https://deceroacervezero.mx/	Maltas, lúpulos, levaduras, granos
Insumos cerveceros de occidente	Guadalajara	https://insumoscerveceros.mx/	Maltas, lúpulos, levaduras, enzimas, nutrientes para levadura
Casa cervecera GDL	Guadalajara	Sin página de internet	Maltas, lúpulos, levaduras.

A.1.3 Árbol de decisiones para la determinación de Puntos Críticos de Control (PCC)



A.1.4. Gramos de sacarosa o glucosa añadida por litro de cerveza (Cocinista, 2019)

		Temperatura de fermentación									
		8º	10º	12º	14º	16º	18º	20º	22º	24º	26º
Volumen de CO2 objetivo	1,5	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
	2	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2
	2,5	5,2	5,4	5,6	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
	3	7,2	7,4	7,6	8,0	8,3	8,5	8,7	8,9	9,1	9,3
	3,5	9,3	9,5	9,7	10,0	10,3	10,5	10,7	10,9	11,1	11,3
	4	11,3	11,5	11,7	12,0	12,3	12,5	12,7	12,9	13,1	13,3
	4,5	13,3	13,5	13,7	14,0	14,3	14,5	14,7	14,9	15,1	15,3

ANEXO 2

Protocolo para establecer fecha de consumo preferente.

1. Objetivo

Determinar la vida de anaquel en cervezas artesanales para pequeños productores.

2. Alcance

Aplica para la determinación de la fecha de consumo preferente por métodos sensoriales, específicamente para cerveza artesanal.

3. Método de Ensayo

Prueba de Intervalos

En esta prueba se provee al juez con una escala, que muestra varios grados de magnitud, y se le pide que asigne a cada producto un valor en dicha escala que represente la intensidad de un atributo específico.

La evaluación se basa en la percepción del juez de un estímulo y su cuantificación en una escala. En esta metodología se aceptan empates, es decir, otorgar la misma calificación a 2 muestras diferentes. Estas pruebas involucran el uso de números y/o palabras para expresar la intensidad percibida de un atributo (dulzura, dureza) o su reacción ante tal atributo (agrado, cantidad de un atributo, etc.).

La validez y confiabilidad de las medidas son altamente dependientes de:

- La selección de la escala debe ser lo suficientemente amplia para abarcar el intervalo de intensidades y tener los suficientes puntos para detectar pequeñas diferencias.
- El nivel de entrenamiento del panel para usar la escala de la misma forma. (Severiano, 2012)

4. Materiales y Equipo

- Vasos de vidrio tipo copa
- Refrigerador

5. Muestras

- 12 productos de cerveza envasados del mismo lote.

6. Desarrollo Experimental

a) Se colocarán 6 cervezas a temperatura ambiente (resguardar en un lugar oscuro) y 6 cervezas en refrigeración.

b) Cada mes se abrirán dos cervezas provenientes de ambas condiciones de almacenamiento. Se esperará que la que estuvo almacenada en refrigeración alcance temperatura ambiente.

c) Con la ayuda de un juez entrenado y una prueba de intervalos se medirán los siguientes atributos:

1. Sabor a malta
2. Olor a malta
3. Amargor
4. Acidez
5. Sabor a vinagre
6. Sabor azorrillado

Ejemplos de Escala

- **Escala Gráfica**

Sabor a Malta



- **Escala Verbal**

Sabor a Malta
Nada
Muy Ligero
Ligero
De ligero a moderado
Moderado
De moderado a fuerte
Fuerte

- **Escala numérica**

Nada 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Extremadamente fuerte

Análisis de Resultados

En las pruebas de intervalo se obtienen números de tipo paramétrico, independiente del tipo de escala. Por lo que el estadístico adecuado es el Análisis de Varianza o bien t-student en caso de que se que se trate de una evaluación de 2 muestras.

Una vez que los parámetros sensoriales sean diferentes entre sí, se concluirá la fecha de consumo preferente en la cerveza artesanal.

Anexo 3

Algoritmo para la determinación de IBU en cerveza. (Cervezomicón, 2016)

$$IBU = \frac{\text{Gramos} \times TA \times \%AA \times 1000}{\text{Litros} \times CrD}$$

Gramos: peso del lúpulo añadido en gramos.

TA: es el factor de aprovechamiento del lúpulo y se expresa como decimal. Es decir, que un factor de aprovechamiento del 9%, se expresa en la fórmula como 0,09. Este dato se consulta en una tabla específica.

%AA: contenido de alfa-ácidos del lúpulo, viene siempre en la etiqueta del lúpulo. Se expresa como decimal (por ejemplo, 16% de alfa-ácido, sería 0,16)

Litros: volumen del mosto final o lo que va al fermentador.

CrD: Significa Corrector de Densidad, ya que la isomerización disminuye cuando el mosto es más denso.

$$CrD = 1 + [(\text{Densidad Antes del Hervido} - 1,050) / 0,2]$$