



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE QUÍMICA

“PRUEBAS BÁSICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE  
LAS MICROCERVECIAS MEXICANAS”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA:

**EDITH DANIELA ACOSTA MÉNDEZ**

CIUDAD DE MEXICO, 2023





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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: REYO HERRERA AGUSTÍN

VOCAL: ENRIQUEZ PEÑA ARTURO

SECRETARIO: OCAMPO HURTADO ANA LAURA

1er SUPLENTE: GUADARRAMA ÁLVAREZ ZAIRA BERENICE

2do SUPLENTE: CONCA TORRES ARMANDO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Alimentos y Biotecnología, Laboratorio 4-A. Circuito Escolar, Ciudad de México.

ASESOR DEL TEMA:

Q.F.B. Agustín Reyó Herrera

---

SUSTENTANTE:

Edith Daniela Acosta Méndez

---

## ÍNDICE GENERAL

1.	RESÚMEN.....	10
2.	JUSTIFICACIÓN.....	11
3.	OBJETIVOS.....	12
	3.1 Objetivos generales.....	12
	3.2 Objetivos particulares.....	12
4.	INTRODUCCIÓN.....	13
	4.1 Definición.....	13
	4.2 Cervezas Industriales.....	14
	4.3 Cervezas Artesanales.....	22
	4.4 Cervezas Gourmet.....	25
	4.5 Clasificación primaria de las cervezas.....	26
5.	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	26
	5.1 Origen de la cerveza.....	27
	5.2 Breve Historia de la cerveza en México.....	34
	5.3 Microcerveceros en México.....	39
	5.4 Consumo.....	47
6.	CAPÍTULO 1. METODOLOGÍAS PROPUESTAS.....	49
	6.1 Poder Diastásico.....	50
	6.1.1 Fundamento.....	50
	6.1.2 Resultados.....	54
	6.1.3 Análisis.....	54

6.2	Color en mosto.....	57
6.2.1	Fundamento.....	57
6.2.2	Resultados.....	61
6.2.3	Análisis.....	62
6.3	Proceso de elaboración del lote experimental.....	65
6.4	Color en cerveza.....	68
6.4.1	Fundamento.....	68
6.4.2	Resultados.....	69
6.4.3	Análisis.....	70
6.5	Sólidos solubles.....	72
6.5.1	Fundamento.....	75
6.5.2	Resultados.....	73
6.5.3	Análisis.....	74
6.6	Azúcares reductores.....	74
6.6.1	Fundamento.....	75
6.6.2	Resultados.....	77
6.6.3	Análisis.....	78
6.7	Unidades de amargor (IBU) .....	78
6.7.1	Fundamento.....	79
6.7.2	Resultados.....	82
6.7.3	Análisis.....	82
6.8	Concentración de etanol (Cromatografía de gases) .....	83
6.8.1	Fundamento.....	83
6.8.2	Resultados.....	86
6.8.3	Análisis.....	87

7.	CAPÍTULO 2. Control de Calidad.....	89
7.1	Comparación experimental.....	93
7.1.1	Color en cerveza.....	93
7.1.2	Contenido de etanol. Cromatografía de gases.....	95.
7.2	Registros de control.....	97
7.3	Normativa vigente.....	105
8.	Conclusiones.....	106
9.	Bibliografía.....	108
10.	Anexo I. Maltas.....	114
11.	Anexo II. Cervezas.....	116

El presente trabajo se realizó gracias al programa de apoyo a proyectos para la innovación y mejoramiento de la enseñanza PAPIME con clave: PE 2113116

“Optimización de recursos en los laboratorios de la licenciatura en Química de Alimentos con métodos espectrofotométricos”

Para

*Chucho*, por enseñarme la verdadera pasión por la vida.

*Roberto*, por herir el orgullo de mi mamá.

*Lucho*, porque de ti aprendí lo que es tener fortaleza.

*Carmen*, por tener fe en mí.

*Juan*, porque en ti vi que para disfrutar de la vida se necesitan cosas muy sencillas.

*Daniel*, porque me enseñaste, heredaste e hiciste sentir el amor que le tenías a nuestra UNAM, el sello de la casa siempre será "HECHOS EN CU".

*Lupis*, porque tú fuiste la única aferrada en que supiera leer y las tablas de multiplicar.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, formar parte de sus profesionistas resulta un tremendo honor, orgullo y satisfacción.

A la Facultad de Química, por dotarme de las habilidades necesarias para afrontar el mundo profesional.

Al profesor Agustín Rey, maestro, sensei y amigo, infinitas gracias por el tiempo, la paciencia, los momentos compartidos y las lecciones que no solo fueron académicas, también personales. Misión cumplida, este trabajo es tan suyo como mío. Mi cariño, respeto y admiración por siempre.

Al profesor Arturo Enríquez, por la sinceridad, la disponibilidad y buena disposición desde que nos conocimos.

A la profesora Ana Laura Ocampo, un gusto conocerla en este último trayecto del camino, gracias por compartir conmigo y formar parte.

A mis maestros que han remarcado, aumentado y potencializado mi amor por la Química, Héctor Escamilla, Maribel Hernández, Mauro Bautista, Adelina Escamilla, Carlos Gómez, Verónica García y Alberto Tecante, un privilegio haber aprendido de ustedes.

A mis amigos Vale, Mercy, Zaide, Alan y Andrés, gracias por hacerme más ligero, llevadero y lleno de risas mis tiempos libres desde bachillerato.

A Luis, conocerte y encontrarte hasta acá ha resultado uno de las sorpresas más lindas que afortunadamente sigo teniendo en la vida. Gracias por absolutamente todo, sin duda volvería a entrar al mismo grupo de Diseño de Experimentos.

A mis QA's que cruzamos camino, salones y reportes de laboratorio, Salma, Erwin, Angie, Tati, Hely, Lalo, Fonso, Jessi, Lei, Marilyn, infinitas gracias.

Mi saldo a favor, Cin, Itz, Charly y Deivid, encontrarlos fue y sigue siendo una locura.

A la mejor etapa de la Facultad, el laboratorio 4A, Philos, Iris, Fer, Ana y Dess, como dije, por mucho será lo mejor de la FQ.

A la CAA por formarme, aventarme al ruedo, por darme la confianza y ahora la credibilidad en lo que hago.

A mi Tres Millas, porque aunque sigue sonando arriesgado, vale la pena desde el segundo uno que dije, sí. Resulta ser no solo mi trabajo, es una extensión de mí, de mi pasión y mis ganas de hacer algo diferente.

A ni Na, al Pino y a mi Lupis, tenerlos en mi vida resulta indescriptible, lo que me siguen dando hasta ahora no tengo como pagarlo, gracias por volcar sus vidas a la mía, disfrútenlo, que esto también es para, por y de ustedes. Los amo que no imaginan.

A mi Karly, tenerte a lo largo de toda mi vida de estudiante, es algo que se queda grabado en mi memoria y corazón por siempre. Gracias por ser la primera que me avienta, me alienta y me echa las porras suficientes y necesarias para seguir subiendo. Te amo bien recio.

Y por último y no menos importante, a mis papás, gracias Edith, gracias Daniel, ustedes son los autores de lo que soy, gracias por darme el privilegio de convertirme en algo que trae su esencia y sus horas acumuladas de trabajo, sueños, esfuerzo y grandeza. Sin ustedes la historia hubiera sido muy diferente y me queda claro que no estuviera aquí. Gracias por la paciencia, las enseñanzas y el amor.

Daniel, Edith y Karla parafraseando un poco una de las citas que encuentro más sinceras, concluyo diciéndoles, gracias por asumir las ausencias, por aguantar las vicisitudes, muchas veces complicadas y por celebrar juntos los logros que se han ido acumulando. Sin su amor, comprensión, respaldo y paciencia, vivir este capítulo de la historia y llegar a cumplir con los objetivos aquí planteados habría sido algo impensable, A los tres mi amor infinito.

## 1. RESÚMEN

México es el primer país exportador de cerveza y el cuarto productor a nivel mundial. Aunque el 99% del mercado cervecero nacional está acaparado por dos empresas trasnacionales (*ABInBev-Grupo Modelo* y *Heineken- Cuauhtemoc/Moctezuma*), en años recientes el desarrollo de la cerveza artesanal está viviendo un crecimiento del 50% al 60% anualmente [Cortés González, A. 2015].

Uno de los objetivos de las microcerveceros es ampliar el abanico de opciones de los consumidores. Actualmente estas cervecerías representan el 0.1% del mercado total en nuestro país e incluyen más de 600 proyectos cerveceros.

Para los productores de esta industria, uno de los obstáculos a los que se enfrentan, son las limitantes en cuanto a estímulos fiscales se refiere. De acuerdo a la Asociación Cervecera de la República Mexicana (ACERMEX), en México existe una desproporción en la carga fiscal que se incluye en el precio de estas bebidas. La cerveza industrial paga 3.50 pesos por litros de impuestos y las artesanales entre 10 y 12 pesos por litro, según la ley del Impuesto Especial Sobre Productos y Servicios (IEPS) que grava a las cervezas con el 26.5% del precio de venta.

Por otro lado, pese al crecimiento del sector no existe una regulación oficial, en México, la cerveza artesanal se inscribe en la Ley de la Pureza Alemana, la cual es una serie de regulaciones entorno a la producción de cerveza implementada en 1516 en donde los ingredientes que se declararon esenciales para la producción de una cerveza fueron tres: agua, cebada y lúpulo.

Sin embargo, al paso del tiempo se realizaron muy pocas modificaciones, por ejemplo, años más tarde se aclaró que la cebada debía ser sometida a un proceso de malteo, y ya en el siglo XIX se le agregó la levadura. Actualmente, según la

legalización alemana, la cerveza debe elaborarse con malta, lúpulo, levadura y agua, lo que la hace una de las leyes alimentarias más antiguas del mundo.

En el presente estudio, enfocado a las cervezas artesanales mexicanas, se tomaron en cuenta las necesidades y la problemática presentadas por los microcerveceros en cuanto a controles en el proceso de elaboración. Por ello, se propondrán algunas pruebas básicas o mínimas que contribuyan a asegurar la estabilidad y calidad de sus productos.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La producción de cerveza artesanal no es considerada únicamente como una actividad comercial, los involucrados la perciben además como un movimiento social, buscando desarrollar una cultura cervecera al generar procesos innovadores y bebidas llenas de aromas, sabores para diferentes tipos de maridaje, clima y/o momento [Cerveceros de México, 2017].

Este sector de la microindustria, requieren apoyo de profesionales con conocimiento en la ciencia, tecnología y legislación alimentaria, para que en conjunto logren consolidar productos cada vez más exitosos que se encuentren dentro de la preferencia del consumidor.

En nuestro país, el crecimiento de la industria cervecera, ha sido acelerado pero también desproporcionado dejando en desventaja al sector artesanal, razón por la cual este trabajo tiene como finalidad estudiar el panorama de la producción de la cerveza artesanal y ofrecer una base sólida y estructurada que le permita a los involucrados elaborar la regulación de materias primas, de proceso y características del producto final; condiciones que le permitirán a la cerveza artesanal mexicana una mejor posición en el mercado mundial.

Aunque existe una variedad amplia de ensayos para asegurar la calidad de las cervezas artesanales mexicanas, se hizo una selección de pruebas para materia prima; otras para el control del proceso de elaboración y seguimiento de la fermentación y otras tantas para el producto terminado.

Incluyendo una comparación con marcas comerciales y estilos establecidos, con la finalidad de identificar y disminuir variaciones, así como definir las características del producto final.

### **3. OBJETIVOS**

#### 3.1 Objetivos Generales.

- Implementar pruebas básicas con criterio científico- técnico que permitan disminuir la variabilidad presente en los productos generados por los microcerveceros artesanales mexicanos.

#### 3.2 Objetivos particulares.

- Establecer a través de la selección de diversas pruebas de laboratorio a las materias primas y productos intermedio y final, el impacto que estas tienen en las características finales de cervezas elaboradas de manera artesanal.

## 4. Introducción

### 4.1 Definición.

La cerveza es una bebida de bajo contenido alcohólico, no destilada, elaborada mediante la fermentación de cereales (generalmente malta de cebada), que puede o no incluir otras fuentes de carbohidratos, es carbonatada, elaborada con levaduras específicas y saborizada por la infusión de algún tipo de lúpulo. [Monsalvo, 2010].

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

Basándose en la NOM-199-SCFI-2017 se define a la cerveza de una manera general como una bebida alcohólica fermentada elaborada con malta, lúpulo, levadura y agua potable. Sin embargo, la definición también incluye a las elaboradas con infusiones de cualquier semilla amiloidea procedente de gramíneas o leguminosas, raíces o materia prima vegetal feculenta y/o carbohidratos de origen vegetal susceptibles de ser hidrolizados. También pueden ser adjuntos lúpulos o sucedáneos en éstos cuyo contenido de alcohol es de 2% a 20% v/v de etanol.

Existe una clasificación comercial entre las diversas cervezas que se encuentran en el mercado basadas en los volúmenes de producción, precio, utilización de materias primas en los procesos de elaboración, cualidades nutricionales y sensoriales y al mercado al que va dirigido.

- a) Cervezas industriales
- b) Cervezas artesanales
- c) Cervezas *gourmet*.

## 4.2 Cervezas Industriales.

Las cervecerías industriales desarrollan procesos en los cuales se fabrican millones de hectolitros anualmente. En sus operaciones incluso se cuenta con etapas robotizadas o automatizadas. Los volúmenes de producción, tiempos y detalles están controlados minuciosamente. Las cervecerías industriales buscan bajar costos, aumentar ventas y posicionar marcas.

Dentro del mercado de bebidas alcohólicas, la cerveza se ha caracterizado como un producto con gran trascendencia a nivel mundial, por el valor de las marcas que lo producen y la gran demanda que logra a escala global.

Consumir cerveza dejó de ser un simple estilo de vida para establecer una potente industria con marcas de gran valor y perfiles de consumidores que se han abierto paso dentro de la industria, con productos que han buscado innovar y experiencias con las que se ha pretendido dejar una huella para las marcas.

El mercado mundial de cerveza está ahora fuertemente consolidado. Cinco grupos de elaboración de cerveza representaron algo más de la mitad de todas las ventas de cerveza, con un mercado que se sitúa en 1,93 millones de hectolitros.

Euromonitor estimó en 2014 cuáles eran las compañías líderes en la venta de cerveza siendo *Anheuser-Busch InBev*, *SABMiller* y *Heineken* eran las marcas con mayor número de ventas a nivel mundial, a partir de ahí las cifras reportadas en adelante seguían incluyendo marcas de cerveza como parte importante del mercado global.

Dentro de un *ranking* elaborado con cifras de *Millward Brown*, *Kantar Worldpanel* y *Bloomberg*, se descubrió que “*Budweiser*”, “*Bud Light*” y “*Heineken*” fueron las

marcas más valiosas dentro del mercado con 14 mil 727, 13 mil 198 y 10 mil 549 millones de dólares, respectivamente.

El *ranking* de *Kantar BrandZ Global* en 2018 posicionaba a “*Heineken*” y “*Corona*” en el *top* 10 de las marcas con mayor contribución económica en el mundo, en 2019 se reportó a “*Heineken*”, “*Corona*” y “*Modelo Especial*”, en 2020 pese a la pandemia de la Covid-19 “*Corona*” y “*Modelo Especial*” se mantuvieron en ese *top* 10 y las últimas cifras de 2022 que se publicaron incluyen a “*Budweiser*” como una de las 100 marcas más valiosas en el mundo, la categoría de alcohol tuvo un incremento del 3% de la contribución económica lo que representa 252 mil 325 millones de dólares y dentro de ese 3% están “*Budweiser*” con 15 mil 067 millones de dólares, seguido por “*Heineken*” con 14 mil 993 millones de dólares, “*Stella Artois*” con 10 mil 346 millones de dólares, “*Corona*” con 8 mil 717 millones de dólares, “*Bud Light*” con 8 mil 096 millones de dólares, “*Guinness*” con 4 mil 431 millones de dólares y finalmente “*Tecate*” con 4 mil 409 millones de dólares.

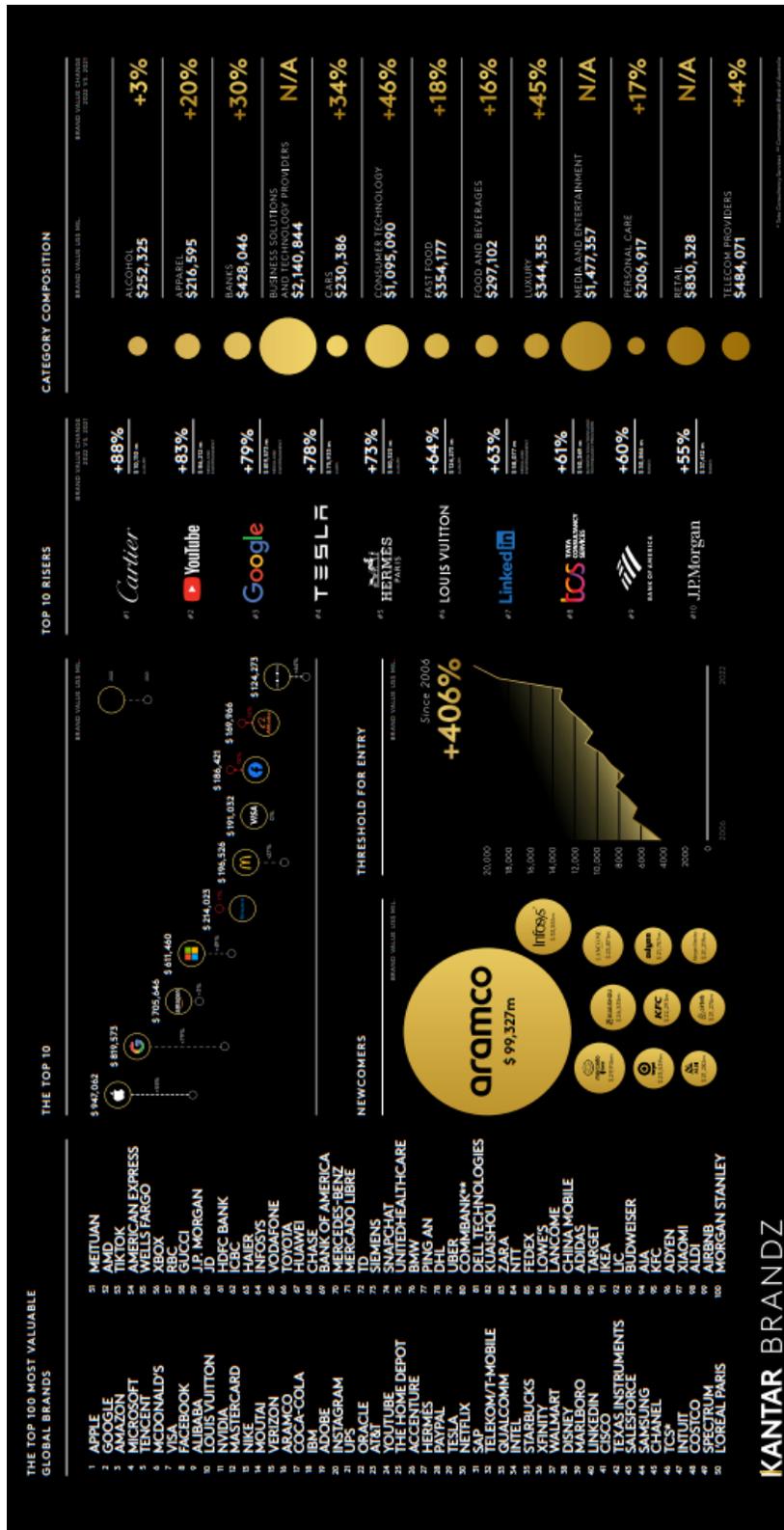


Figura 1. Infografía global 2022

Fuente: <https://www.kantar.com/es/campaigns/brandz-global>

El mercado chino de cerveza ha sido el más grande del mundo desde 2002 en términos de producción y consumo total. China ha sido durante muchos años un mercado muy fragmentado y heterogéneo.

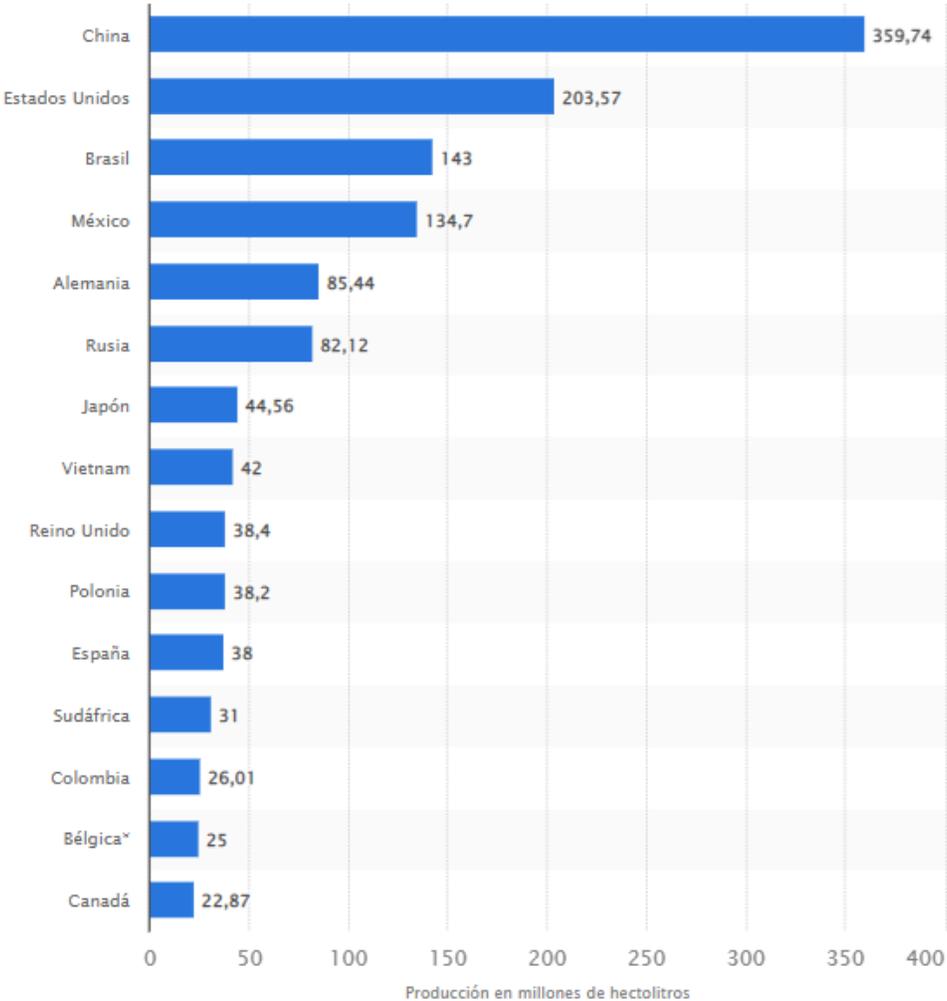


Gráfico 1. Países productores de cerveza.

Fuente: [Statista](#) 2023.

Desde el año 2010, México es el principal exportador de cerveza a nivel mundial, dos de cada cinco cervezas exportadas se elaboran en este país. Durante el primer semestre de 2018, la exportación de México alcanzó un total de 19.4 millones de hectolitros, lo que representó un crecimiento de 15%, respecto al mismo periodo del año anterior.

Esos 19.4 millones de hectolitros representaron el 33% del total de cerveza que se produjo en el primer semestre de 2018, de los cuales se exportaron a EE.UU. 15 millones de hectolitros; es decir 77% del volumen de exportación se destinó a ese país [Cerveceros de México, 2018].

En materia de exportación, China ya pasó a ser el segundo país al que se destina más cerveza con una participación de 2.3% del total, les siguen Reino Unido, Australia y Canadá con 3.1%, 1.8% y 1.6%, respectivamente.

Este nivel de exportación tiene un impacto muy importante en la economía nacional; por ejemplo, en 2017, el valor de las exportaciones fue de 3,768 millones de dólares, lo que representó el 33% de las exportaciones agroindustriales del país.

En México, la elaboración de cerveza, según la producción bruta, se ubica entre las 14 actividades más importantes de la producción manufacturera del país, entre un total de 291 actividades, por debajo de la refinación de petróleo, la fabricación de automóviles y camionetas, entre otras.

Cuatro de cada diez pesos del valor final de cada cerveza es valor agregado o valor nuevo que esta actividad añade durante el proceso de producción. En general, las empresas dedicadas a la elaboración de cerveza son más grandes que el promedio de la industria de las bebidas, incluso que el promedio de las industrias manufactureras, por lo que son importantes generadoras de empleo.

En 2018, la producción de cerveza fue 119 millones de hectolitros, lo que significó un crecimiento de 7.8%, respecto al año anterior. Con esta producción, México se ubica como el cuarto país productor de cerveza en el mundo, después de China, Estados Unidos de América y Brasil.

La importancia de la industria cervecera en México no se refiere únicamente al comercio internacional, sino que esta industria tiene participación en la economía nacional. El sector aporta el 1% del PIB nacional, además de generar 55 mil empleos directos y más de 600 mil empleos indirectos [Cerveceros de México, 2018].

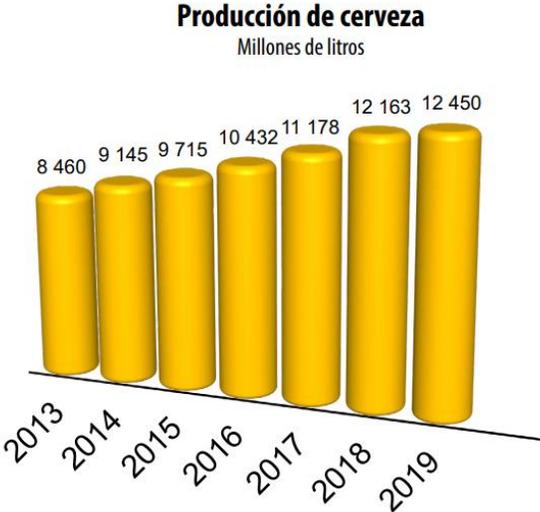


Gráfico 2. Producción de Cerveza en México 2013-2019

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

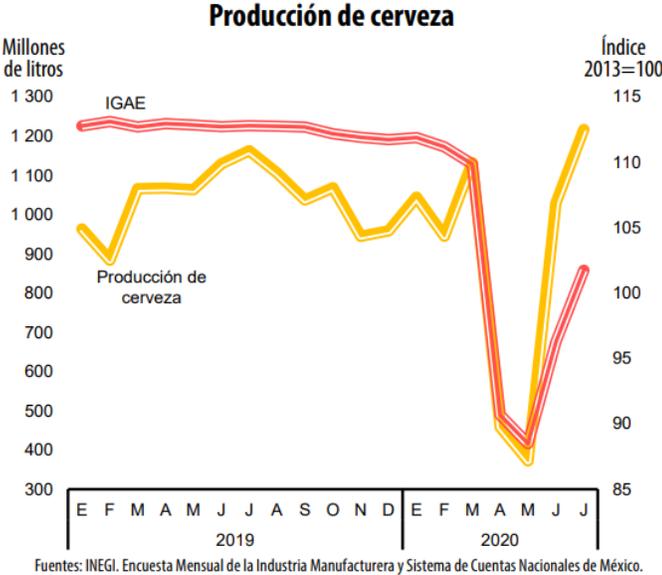


Gráfico 3. Producción de Cerveza en México 2019-2020

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

### Exportaciones anuales de cerveza

Millones de dólares

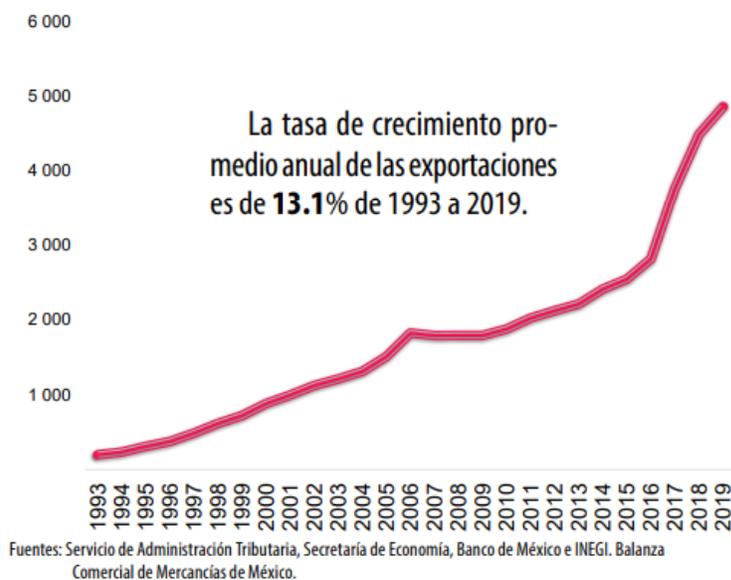


Gráfico 4. Exportación anual de Cerveza en México 1993-2019

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

### Exportaciones mensuales de cerveza

Millones de dólares

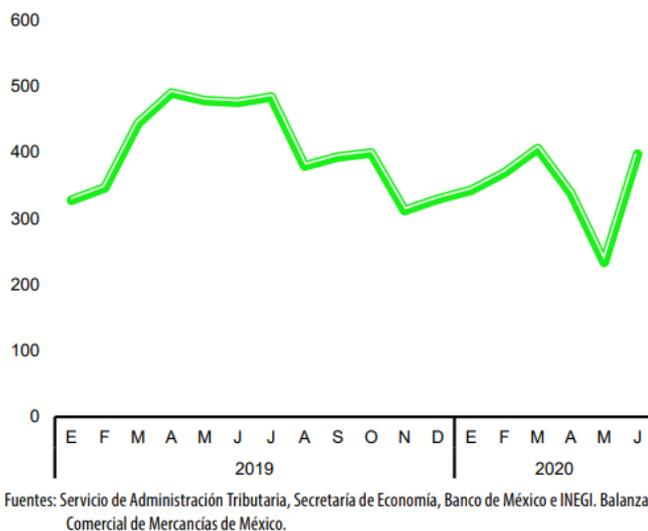


Gráfico 5: Exportación mensual de Cerveza en México 2019-2020

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

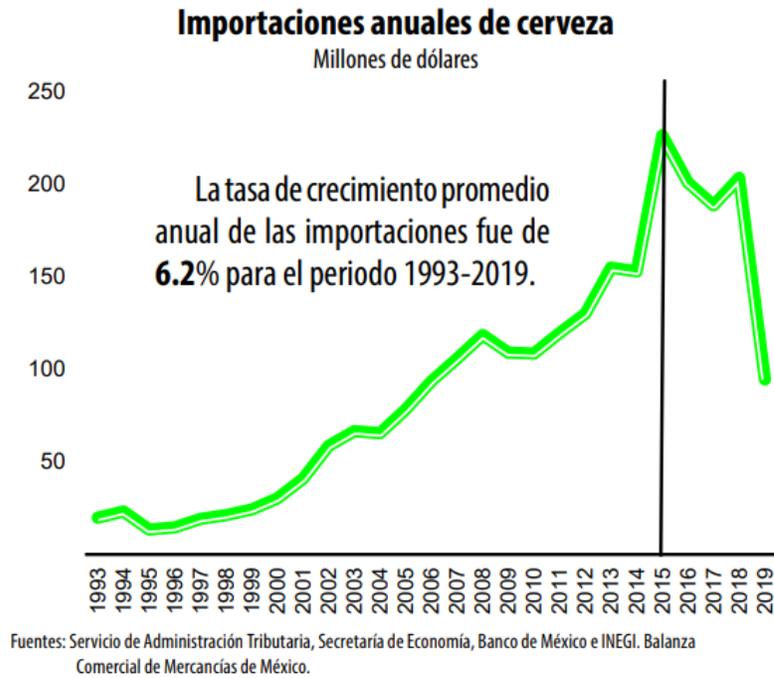


Gráfico 6: Importación anual de la Cerveza en México 1993-2019

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

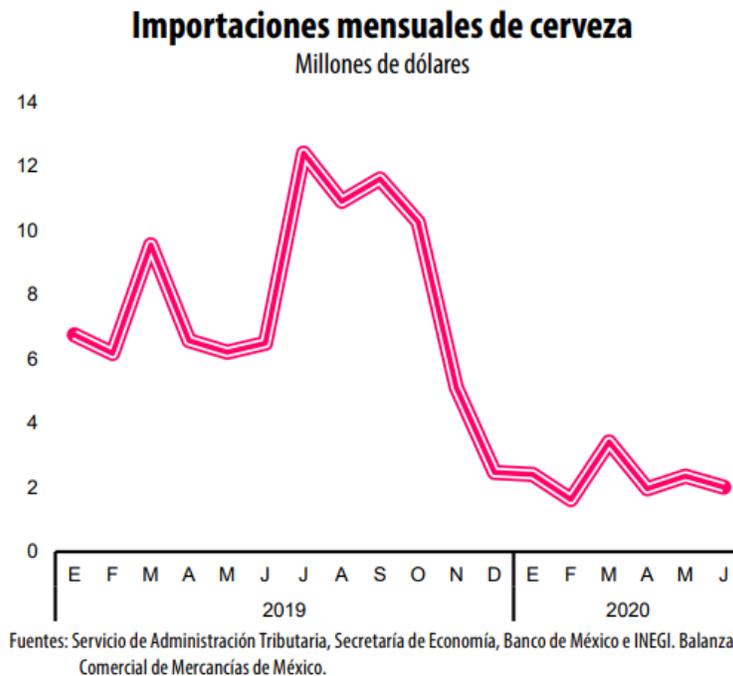


Gráfico 7: Importación mensual de la Cerveza en México 1993-2019

Fuente: Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la industria de la Cerveza. INEGI

### 4.3 Cervezas Artesanales

La cerveza producida en cervecerías artesanales es una cerveza con características diferentes que no todas son percibidas en las cervezas industriales, aunque y básicamente se utilizan los mismos ingredientes. Las cervecerías artesanales no cuentan con el nivel de producción de las industriales, su proceso mayoritariamente es manual, desde el molido de las maltas hasta el envasado.

Cada “maestro cervecero” (nombre del encargado de realizar la formulación de cada cerveza) desarrolla su propia fórmula, para conseguir lo que sus consumidores aceptan más. Es por esto que existe mayor variedad de cervezas artesanales, aún dentro del mismo tipo y/o estilo de cerveza. Lo que lo hace un producto con un valor diferente a la cerveza industrial.

De acuerdo a la Ley de Pureza Alemana, las condiciones que un fabricante de cerveza tiene que cumplir para que se le considere “artesanal” son: contener sólo agua, malta de cebada, lúpulos y levadura. Asimismo, cada cervecera artesanal no debe superar los 7 millones de barriles anuales, debe ser independiente, financiada con capital familiar y no ser parte de una compañía trasnacional [Ángeles, A. y Zúñiga E., 2018].

En la industria cervecera no todo se mide en términos de tamaño. Las cerveceras pequeñas y medianas están generalmente bien ubicadas para encontrar su nicho de mercado. La cerveza artesanal avanza a través de casi todos los continentes. En Europa, Asia y Australia muchas pequeñas cervecerías están entrando al mercado. En Estados Unidos, la cuna del movimiento artesanal, el mercado de elaboración artesanal aumentó casi un 13% (en ventas) y un 16% (en ingresos). Este sector de la industria, ahora representan más del 12 % del segundo mercado de cerveza más grande del mundo. Otra característica de este tipo de cervecerías es encontrar que entre ellas existen diversos niveles de tecnificación.

Los “cerveceos caseros” tienen un equipo rudimentario, un proceso poco detallado, en muy pocos casos tienen un proceso reproducible, no existen controles ni el equipo adecuado para llevar a cabo el proceso más factible. A diferencia de los microcerveceros, los cerveceros “caseros” hacen su cerveza no solo para su venta sino también para su consumo. Las formulaciones que generan se apegan más a una receta, que complace las preferencias y gustos de consumidores.

Sin embargo, los microcerveceros o *brewpubs* (pequeños fabricantes) tienen un equipamiento más sofisticado que los cerveceros “caseros”: tanques, bombas, filtros, etc. Muchas partes del proceso son realizadas de forma manual, adición de grano, lúpulo, el lavado del equipo y/o los instrumentos, entre otros.

Las microcervecerías tienen como uno de los objetivos buscar un perfil personal, tratan de hacer de la cerveza, una bebida con la que se pueda identificar cada consumidor, ya sea por sus gustos, la región en donde viven, inclusive por la época o temporada del año.

A nivel global, la industria cervecera artesanal es de menos de 100 mil millones de dólares. Eso representa una octava parte del valor total del mercado, incluyendo la cerveza tradicional, que ronda los 700 mil millones de dólares. De acuerdo con la consultora *Grand View Research*, para 2025 el mercado de las *craft beers* (cervezas artesanales) será de unos 503 mil millones de dólares.

Existen 10 mil cerveceras artesanales en todo el mundo y México cuenta con 650 aproximadamente, de acuerdo con ACERMEX, que dan empleo directo a 2,880 personas y que en 2017 produjeron una cifra récord de más de 166 mil hectolitros. En contraste, las cerveceras tradicionales produjeron 92 millones de hectolitros y dan empleo a 55 mil personas [Ángeles, A. y Zúñiga E., 2018].

El crecimiento sostenido, de ésta parte de la industria se dio a partir de 2013, con lo cual la cerveza artesanal se produce, se consume, y se exporta con marcas mexicanas. Sin embargo, el impuesto por Hacienda (IEPS) provoca que más de la mitad de lo que un consumidor paga por un artesanal sea fiscalizado. Mientras el sector representa el 0.1% del mercado mexicano, en EU, gracias al capital disponible, apoyos fiscales y de promoción, así como de abundancia de materia prima, las *craft beers* (cervezas artesanales) ocupan hasta 12% del mercado.

Si bien la elaboración de cervezas artesanales en México ha aumentado en los últimos años y cada vez son más las entidades que tienen no sólo la presencia de este comercio, sino también la realización de diversos eventos y festivales para promover las creaciones de diversos cerveceros locales.

Son precisamente estos productores locales los que se enfrentan a una disyuntiva: producir únicamente a nivel local o extender mercados. Esto último implica un mayor reto logístico para los cerveceros artesanales, quienes deben enfrentar los desafíos de la distribución foránea por cuenta propia.

Algunas artesanales ya exportan, lo que se refleja en que el 5.32% de las cervezas en 2016 se vendía afuera de México, de las cuales el 90% de las marcas llegaba a Estados Unidos y Canadá, el 50% a Europa, el 30 por ciento América Central, el 30% a Asia, el 20% África y el 10% a Oceanía, de acuerdo con cifras de Cerveceros de México.

#### 4.4 Cervezas *gourmet*

En general las cervezas se clasifican en dos, las *Ale* que son las cervezas de fermentación alta, y las *Lager* que son de fermentación baja. Ésta clasificación se determina tomando en cuenta diversos factores como la temperatura, la levadura, así como el tiempo de maduración.

Las cervezas *gourmet* se mezclan con otros ingredientes dependiendo de la creatividad de cada productor, pues pueden variar la cantidad de levadura, la calidad de agua, el tiempo y por supuesto los ingredientes.

Si bien las cervezas *gourmet* forman parte de la familia de las cervezas artesanales, la variabilidad de sus procesos y la adición de diversos ingredientes, hacen de éste tipo de cervezas, algo innovador en cualquier parte del mundo.

La calidad, no está peleada con la tecnología y si bien las cervezas *gourmet* se distinguen por la calidad del producto, no necesariamente los cerveceros productores de estas cervezas cuentan con bases científicas para realizar sus procesos. La mayor parte de estos proyectos, se hacen de manera manual, sin embargo, el maestro cervecero se esfuerza por agregarle una característica sobresaliente a cada formulación.

Es por eso, que se puede encontrar cervezas de cualquier parte del mundo, con notas diferentes, así como de sabores extravagantes, que las hacen diferenciarse del resto.

#### 4.5 Clasificación primaria de las cervezas.

Las cervezas no solo tienen una clasificación comercial, existe también una clasificación que se basa en características de formulación y proceso de la cerveza, a la cual se denomina clasificación primaria de las cervezas. Especificando tiempos y temperaturas de la fermentación y maduración correspondientes a cada estilo.

<b>Característica</b>			
<b>Estilo</b>	<b>Lager</b>	<b>Ale</b>	<b>Lambic</b>
<b>Fermentación (T)</b>	10 – 12 °C	15 -18 °C	
<b>Fermentación (t)</b>	3 – 10 días	3 – 5 días	
<b>Maduración (T)</b>	0 – 4 °C	0 – 4 °C	
<b>Maduración (t)</b>	10 – 30 días	5 – 10 días	
<b>Características sensoriales</b>	Menos aroma Más cuerpo	Más aroma Temperatura más alta	Muy seca Poco gas carbónico.
<b>Países en donde se encuentra</b>	Predomina en todo el mundo	Inglaterra y Norte de Europa	Bélgica, Bruselas y sus alrededores.

Tabla 1. Características primarias de la cerveza.

## 5. Antecedentes Históricos

### 5.1 Origen de la cerveza

Aunque existen diferentes creencias sobre la aparición de la cerveza, según la mitología egipcia, el Dios Osiris fue quien enseñó a la humanidad a elaborarla, algunos de los hallazgos más antiguos sobre su existencia fueron encontrados en Sudán y tienen aproximadamente 10 mil años.

Como otros productos biotecnológicos, la cerveza fue descubierta accidentalmente, por varias civilizaciones originarias en distintos momentos de la historia. Ocho mil años antes de Cristo en Sumeria, primero, y después en Mesopotamia, Egipto y China, con trigo, cebada o avena. Para ablandar los granos silvestres los hombres y mujeres los remojaran en agua para machacarlos y hacer un pan rudimentario; los restos que quedaban en la vasija se fermentaban y pronto se descubrió que esa pasta tenía un sabor agradablemente dulzón y estimulante. Los antropólogos afirman que el hombre primitivo también masticaba granos, raíces y frutos silvestres para preparar una papilla a la que se dejaba fermentar, en un proceso muy parecido al de los indios mesoamericanos y de la región andina en la elaboración de la *chicha*, a base de maíz, y de la cerveza *kaffir*, de mijo, en muchos pueblos africanos [Villareal, R., 2015].

En las transacciones comerciales del pueblo sumerio (4,000 a.C.) aparecía con frecuencia un tipo de bebida que se obtenía a partir de la fermentación de granos de cereal, la llamaban *siraku*, y su popularidad se extendió por el Mediterráneo Oriental.

En el relato escrito más antiguo de la historia, la “Epopéya” del rey sumerio Gilgamesh, se narra que Enki le ofrece cerveza a alguien: “*Comió hasta que se sintió satisfecho, bebió siete jarras de cerveza, su corazón se sintió luminoso, su cara se cubrió de júbilo y cantó con alegría*”. A esa bebida la llamaban *siraku*,

como pueden comprobarlo los que entienden escritura cuneiforme en una tabla de arcilla de 1800 a.C. dedicada a la diosa sumeria de la cerveza, *Ninkasi*, que describe una fórmula de elaboración casera: “Se cuece pan, se deshace en migas, se prepara una mezcla en agua y se consigue una bebida que transforma a la gente en alegre, extrovertida y feliz”. En esa tabla se encuentra también una receta más completa que indica cómo machacar una masa panificada de cereales con miel, hierbas, agua, dátiles, pasas y especias, y luego pasarla a través de una red de paja para dejarla fermentar. Es una ironía cruel que en varios países de la vasta región donde brotó este elixir dorado los extremistas musulmanes han prohibido el alcohol.

Es en Egipto donde se encuentra el primer vestigio de la cerveza de malta: los egipcios lograron mejorar la fórmula original de la cerveza reforzando y refinando su sabor. Los egipcios, que aprendieron a fabricarla de los sumerios, la consumían como parte de la dieta y en los rituales religiosos, aromatizada con azafrán; la llamaban *zythum* y la condimentaban con miel, jengibre y comino. Con el tiempo el brebaje se hizo muy popular entre los pueblos del norte europeo, que festejaban libando con éste sus fiestas familiares y religiosas y las victorias guerreras.



Figura 2. La cerveza y los egipcios.

Fuente: <https://algarabia.com/ideas/el-origen-de-la-cerveza/>

“*El Libro de los Muertos*” egipcio que se estima tiene unos 5,000 años de antigüedad, menciona una bebida elaborada a base del fermento de la cebada. Se dice que fue en esas tierras donde comenzó el empleo del lúpulo, ingrediente que confiere a la cerveza ese sabor ligeramente amargo y refrescante que la caracteriza.

Existen también pruebas de que los chinos hacían una clase de cerveza llamada *kiu* hace más de 4,000 años. Las antiguas cervezas chinas fueron fabricadas a base de cebada, trigo y mijo, así como de arroz.

Dicen algunos que la palabra cerveza viene del nombre de la diosa romana de la agricultura, Ceres, *Ceres vis*: la fuerza de Ceres, o del antiguo celta *cwrw*, del gaélico *coirm* (bebida de cereales y miel), lo cierto es que la palabra híbrida galo-latina *cervesia* pasó a las demás lenguas romances casi con la misma grafía y es curioso que otro vocablo latino, *biber*, bebida, haya dado origen al inglés *beer*, al francés *bière* y al italiano *birra*.

Los pueblos de la cuenca mediterránea preferían el vino pues el clima favorecía el cultivo de la vid, en tanto que con los fríos boreales resultaba más económico producir cerveza. Con la llegada del cristianismo se adoptó el vino en los ritos de la Iglesia y se consideró que la cerveza era propia de los pueblos paganos.

A pesar de que los romanos consideraban la cerveza «alimento de bárbaros» (ellos tomaban vino), Hipócrates solía recomendar a los médicos que la recetaran por ser «un calmante suave que apaga la sed, fortalece el corazón y facilita la dicción».

Sin embargo, la mayoría de los estudiosos han encontrado datos fehacientes de que fue en Bélgica, durante el medioevo, en donde los monjes añadieron por primera vez el lúpulo. Algunas versiones aseguran que fue el maestro cervecero Gambrinus de la corte de Carlomagno, quien descubrió el lúpulo, planta herbácea

con propiedades aromáticas que mejora sustancialmente el sabor de la cerveza en el paladar [Montes de Oca, F., 2015].

La cerveza tenía cada vez más calidad y era más barata que el vino. Se introdujo en su elaboración el uso de lúpulo, una planta aromática y amarga, de uso medicinal; afrodisíaco para los hombres, inductor del sueño en las mujeres, con lo que se pudo equilibrar el sabor dulce y experimentar con diferentes grados de amargor, además de que permitió un almacenamiento más prolongado. Se dice que fue Hildegarda de Bingen, abadesa del monasterio de Rupertsberg además de escritora, médica, compositora y líder de opinión de su tiempo, la que añadió por primera vez, en 1079, el lúpulo al mosto de la cerveza antes de fermentarse.

Posterior a la adición del lúpulo en la receta original, los monjes empezaron a elaborar diferentes tipos de cerveza, así como diferentes graduaciones. Hacer cerveza era una labor familiar encomendada frecuentemente a la mujer o a los monjes; muchos monasterios cobraron fama por la cerveza que elaboraban.

Con los siglos las cosas fueron cambiando y, durante el Imperio Carolingio, en el territorio de la Francia actual, se impulsó la producción de cerveza; en el siglo X se empezaron a construir monasterios en toda Europa, lugares donde se resguardaba el conocimiento de todas las épocas. Los monjes, al ver que el agua de fuentes y manantiales muchas veces provocaba enfermedades, decidieron fabricar cerveza. De los nombres de esas órdenes monacales se derivan marcas actuales como la “*Paulaner*”, la “*Franziskaner*”, el tipo de cerveza llamada trapista y la de los benedictinos. Los monjes, la bebían incluso durante los ayunos, pues, como dictaminó el cardenal Francisco Maria Brancaccio en una sesuda discusión teológica del siglo XVII, “*Liquidum non frangit jejunum*”: el líquido no infringe el ayuno.



Figura 3. Monje del Medioevo produciendo cerveza.

Fuente: <https://revistareplicante.com/el-que-invento-la-cerveza-fue-un-hombre-sabio/>

La producción, la venta y la regulación de cerveza se expandieron entre los siglos XV y XVI. El emperador Guillermo IV de Baviera promulgó “*La Ley de Pureza*”, que estableció que la bebida se debería fabricar solamente a partir de tres ingredientes: agua, malta de cebada y lúpulo, así como el precio.

Hasta entonces la cerveza inglesa, llamada *Ale*, era de alta fermentación y no contenía lúpulo, aunque ya en el siglo XVII había cervezas con el resabio amargo de los aceites y las resinas de esa planta. Una variedad oscura de *Ale* surgió al fabricarse con malta tostada, a la que se llamó *Porter*, pues era la que preferían los rudos porteadores del Támesis.

Mientras tanto, los monjes del continente continuaron experimentando con distintos tipos de fermentación y lograron en el siglo XV una variedad a la que se llamó *Lager*, de fermentación baja, con un sabor distinto al de la británica *Ale*.

En América las bebidas fermentadas, como la *chicha*, fueron hechas a un lado con la llegada de los conquistadores españoles, con la excepción del pulque mexicano e implantaron el cultivo de la vid y la producción de vino. En la América del Norte,

dos siglos más tarde, los colonos anglosajones llevarían cebada y trigo y empezarían a elaborar cerveza, que no tardó en volverse una industria floreciente.

El rey Carlos V expidió en 1542 un permiso por el cual autorizaba la elaboración de cerveza en la Nueva España, que empezaba a producirse en una fábrica establecida en Amecameca dirigida por Alfonso de Herrera. De Herrera trajo a varios maestros cerveceros de Europa para fabricarla, aunque esta primera cervecería subsistió tan solo unos cinco años. Las primeras cervezas tenían un costo muy alto y por lo mismo la producción era escasa.

Aunque la población española era poca, había consumidores de cerveza que preferían esta bebida al pulque, una bebida muy popular entre la población india y mestiza pero que a aquéllos les parecía insípida o repugnante. Por esa razón se decidió importarla, aunque los barcos debían tener bodegas especiales para que el líquido no se echara a perder.

Fue poco después de la Independencia cuando nuevos inmigrantes europeos y hasta de los flamantes Estados Unidos empezaron a establecer fábricas artesanales de cerveza, principalmente en la Ciudad de México y a las orillas de los ríos, pues se necesitaba mucha agua en su elaboración. También contrataban a maestros cerveceros, a quienes les exigían que no divulgaran las recetas ni las técnicas para elaborarla pues se consideraba casi un secreto desde los tiempos de los monjes medievales. La producción seguía siendo costosa, sobre todo porque debían importar el lúpulo de la lejana Europa; en un principio se importaba cebada del vecino norteamericano, pero pronto se empezó a cultivar en el país. Por desgracia, estas pequeñas factorías no prosperaron.

En la céntrica calle de Revillagigedo la familia española Cantolla fundó una de las primeras cervecerías, aunque no tuvo éxito. En una parte de los terrenos del Ex Convento de San Agustín, ubicado en Isabel la Católica y República de El Salvador, se instaló otra que permaneció abierta de 1829 a 1861, cuando se

decretó la desamortización de los bienes eclesiásticos y la cervecería se vio obligada a cerrar. Una fábrica más se instaló en el Hospicio de Pobres, ubicado en Balderas y avenida Juárez, con la ventaja de que el hospicio poseía un abundante suministro de agua.

En Europa la producción de cerveza comenzó a industrializarse a finales del siglo XIX, principalmente en tres centros europeos con su sello particular: “*Burton-on-Trent*” (Inglaterra), “*München*” y “*Bohemia*” (una región de la actual República Checa), y muy pronto en Estados Unidos. Desde entonces, y hasta las tradicionales *Oktober Fest*, que se festejan no solamente en Alemania sino en muchas grandes capitales del mundo, la noble cerveza no ha dejado de evolucionar y sorprender por su enorme riqueza de sabores, tonalidades y consistencias.



Figura 4. Robert L. Bracklow, cervecería en Munich, ca. 1896–1905

Fuente: <https://revistareplicante.com/el-que-invento-la-cerveza-fue-un-hombre-sabio/>

Antes de la refrigeración y de los avances en las técnicas de fermentación en el siglo XIX prácticamente todas las cervezas tenían un sabor más o menos amargo y no podían conservarse más allá de unas semanas. Ese amargor y el aroma variaban por factores tan distintos como las diferentes hierbas y frutas que se le añadían y por las bacterias que producían la fermentación, como los *lactobacilos* o

el *pediococcus*, además de los recipientes de barro, madera, piel o las cestas en los que se almacenaba.

Paradójicamente, muchos cerveceros en el mundo, sobre todo en Estados Unidos, han recuperado el prestigiado arte de “infectar” deliberadamente la cerveza con los mismos microorganismos que sus predecesores trataron de erradicar. La bacteria del *pediococcus* se usa en la cerveza belga tipo *Lambic*, que es muy ácida, y el hongo *Brettanomyces* es común en las cervezas del tipo “marrón amargo”, como la “Guinness”, llamada el “vino de Irlanda”.

La cerveza se encuentra en una etapa de renacimiento y revaloración a escala mundial, hay una revolución planetaria en la que la historia, lo antiguo y lo novedoso, más el arte y la ciencia, confluyen para refinar sabores, crear otras variedades y proporcionar nuevas experiencias epicúreas.

En la actualidad los sabores, tipos, aromas y colores de la cerveza se cuentan por miles en todo el mundo. En nuestros días, con la globalización, es posible tomar cervezas de todos los países en cualquier bar. Posiblemente haya probado ya una cerveza china “*Tsingtao*” creada en 1903, 330 mililitros de los 423,638 millones de hectolitros anuales que produce el gigante asiático: primer lugar en producción y último en consumo, tan sólo 34 litros de cerveza por individuo al año. Los siguientes cuatro grandes productores, en orden de importancia, son Estados Unidos, Rusia, Brasil y México, que arroja unos pocos más barriles que Alemania [Villareal, R., 2015].

## 5.2 Breve Historia de la cerveza en México.

La cerveza no necesariamente fue la primera variedad de bebida fermentada que llegó al paladar humano, sin duda fue una de las más antiguas y hoy es, quizá, la más popular del mundo. Al igual que en muchas civilizaciones de la antigüedad, las tribus mexicanas utilizaban una bebida de grano fermentado en sus rituales.

Los coras y los tarahuamaras del norte de México la empleaban mucho antes de la llegada de Cortés. Pero la cerveza elaborada a partir de la cebada hace su aparición en México en 1544 [Montes de Oca, F., 2015].

Alfonso de Herrera, miembro de la expedición de Cortés y emisario de éste ante Carlos V, recibe del monarca la autorización para producir cerveza en las Indias. De Herrera construye la primera fábrica de cerveza del nuevo continente, en las faldas del Iztaccíhuatl, en la hacienda llamada “El Portal”, para aprovechar las aguas del deshielo.

Se traían maestros cerveceros europeos para poder hacerla, que tenían la habilidad, práctica y experiencia necesarias. Esta primera cervecería permaneció alrededor de cuatro o cinco años, pues no tenía las condiciones para subsistir. Además, las primeras cervezas salían muy caras y, por lo mismo, la producción era mínima. Por ello, se decidió mejor traerla en barcos, pero este transporte debía tener ciertas condiciones para que la bebida no se echara a perder.

Fue por ésta época que también llegaron muchas cervezas importadas. De acuerdo a una tabla de importaciones de bebidas alcohólicas de aquella época, se tienen registradas la llegada de 619 barriles y un poco más de 71 mil botellas de cerveza a nuestro país. Pero no era por demanda popular, sino para el consumo de los más ricos. Cuando México se independizó, llegó una ola de inmigrantes europeos y estadounidenses que preferían la cerveza al pulque porque éste les parecía que no tenía sabor [Reyna, M., 2017].

Al norte, en Sonora y Chihuahua se establecieron las primeras cervecerías de la región, al igual que en Jalisco, operadas por ingleses y alemanes. Más tarde se abrirían otras cerveceras en el sur del país. La cerveza se transportaba a otras partes del territorio nacional, por lo que se desarrollaron técnicas que impedían que se echara a perder.

El siglo XIX fue pródigo en conflictos violentos, lo cual dificultaba el crecimiento de las fábricas de cerveza, aunque a mediados de ese siglo la demanda empezó a incrementarse. Había quienes la consideraban medicinal y recomendaban darle a los niños un traguito para tranquilizarlos, siendo una de las cualidades del lúpulo. La industria cervecera no cobró importancia en México sino hasta bien entrado el siglo XIX, cuando empiezan a surgir algunos ensayos de fabricación de cerveza. Fue así como se fundaron la cervecería de “La Pila Seca” (1825) y “La Candelaria” (1849), ambas de corta vida. En 1860 se estableció la “Cervecería San Diego” en la Ciudad de México y en 1865 empezó a funcionar la “Compañía Cervecera Toluca y México”, primera en fabricar en el país una cerveza de fermentación baja, del tipo de las que se elaboran en la actualidad.

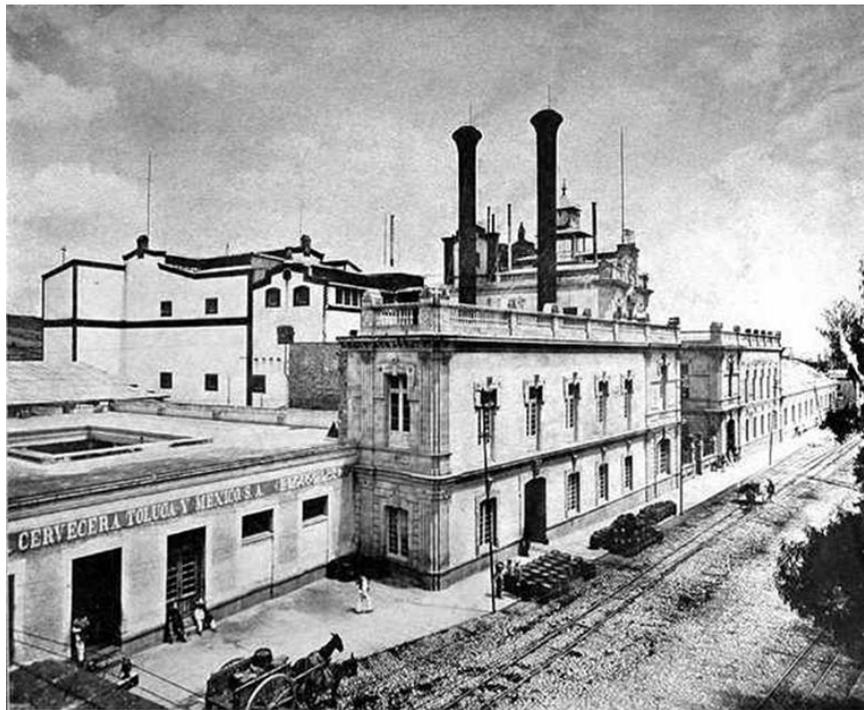


Figura 5. Cervecería Toluca y México

Fuente: <https://cervecerosdemexico.com/2017/07/15/sabiasque-1542-el-ano-en-el-que-la-cerveza-llego-a-mexico/>

A pesar de que pronto se inició la industria cervecera en México, durante los siglos XVII y XVIII hubo un rezago, no se crearon nuevas compañías y la cerveza que se producía era casera y de bajo contenido de alcohol. No fue sino hasta 1890 que la industria cervecera empezó a crecer en todo el país, primero en Monterrey y

posteriormente en Veracruz, en donde se elaboraba cerveza con agua de los manantiales de El Pico de Orizaba.

En 1890 un grupo de empresarios regiomontanos fundó la “Cervecería Cuauhtémoc”, que empezó a producir la cerveza “Carta Blanca”. Cuatro años después, en Orizaba, se fundó la cervecería “Moctezuma”, que incorporó socios alemanes en 1896. Casi un siglo después, en 1988, las dos cervecerías más importantes del país se fusionarían para dar origen a la “Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma”, productora de las marcas “Dos Equis”, “Bohemia”, “Tecate”, “Noche Buena”, “Sol”, “Superior” y varias más.



Figura 6. La cerveza en la época del Porfiriato

Fuente: <http://algarabia.com/ideas/el-origen-de-la-cerveza/>

Con el auge del Porfiriato y el apoyo directo del Presidente Díaz a inversionistas extranjeros, empresarios franceses y alemanes introdujeron al país tecnología europea de punta para la producción cervecera. A principios del siglo pasado, por ahí de 1904, la cerveza mexicana ya era considerada entre las mejores del mundo.

En 1925 un grupo de españoles fundó la empresa “Modelo”, que posteriormente crearían las botellas de vidrio selladas con tapas de metal. Para 1945, la industria cervecera logró un desarrollo más importante y pronto se empezó a duplicar la producción de la cerveza mexicana a nivel mundial. En 1950 la empresa se expandió y adquirió una fábrica yucateca que era muy productiva, aunque con la compra dejó de serlo.



Figura 7. Los inicios de Grupo Modelo.

Fuente: <http://algarabia.com/ideas/el-origen-de-la-cerveza/>

Las nuevas compañías se ubicaron en zonas estratégicas de la República Mexicana, como es el caso de “Cervecería de Toluca y México” (1935), creadora de la “Victoria”; “Cervecería Estrella” (1954) creadora de “Estrella”; y “Cervecería del Pacífico” (1954), creadora de “Pacífico”. Después de varias fusiones y adquisiciones, “Grupo Modelo” se irguió no sólo como el principal productor y distribuidor de cerveza en México, sino también, como el poseedor de mayor cantidad de marcas.

El gusto por la cerveza mexicana se ha incrementado a nivel internacional. No obstante al posicionamiento tan grande de las grandes cervecerías actualmente el

crecimiento del sector artesanal en el país es importante, lo cual oferta no solo al consumidor mexicano, sino a los consumidores del mundo formulaciones distintas impregnadas con el sello y el sabor mexicano.

### 5.3 Microcerveceros en México.

México está destinado a convertirse en el país cervecero del siglo XXI. En los últimos cinco años, las dos principales empresas de cerveza en México: “Cuauhtémoc-Heineken” y “Grupo Modelo AB Inveb” han invertido 70,000 millones de pesos. [Cerveceros de México, 2018].

Actualmente las microcervecerías tienen 0.1% del mercado total en México. Existen más de 600 proyectos que son pequeñas empresas cerveceras y otros que la producen en su hogar. Baja California es el estado con mayor número de cervecerías artesanales o microcervecerías. Le siguen Ciudad de México, Michoacán, Jalisco y Nuevo León, en ese orden. Jalisco es el estado con mayor producción seguido de Baja California y Nuevo León. [Mares, 2018].

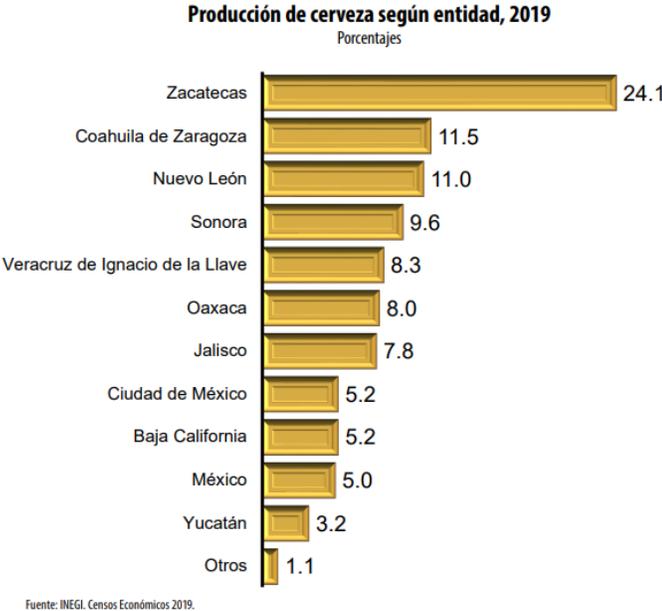


Gráfico 8. Producción bruta de cerveza en México.

Fuente: INEGI, Censos económicos, 2019.

La primera cerveza artesanal en México fue “Cosaco”, que nace en el 2001, después le sigue “Minerva” que fue fundada en el 2002; una de las marcas líderes gracias a su calidad y consistencia en su producto. Cabe destacar que “*Beer Factory*” fue el primer restaurante con su propia micro cervecería y comenzó sus operaciones en 1997. [Cerveceros de México, 2018].

Como industria local, genera 55,000 empleos directos y alrededor de 2.5 millones de empleos indirectos. La cerveza domina el mercado de las bebidas alcohólicas y representa el 80% de las ventas totales de este sector y se tienen registrados un millón de puntos de venta de este producto a lo largo y ancho del territorio nacional. Las estadísticas de consumo local de bebidas señalan a la cerveza industrial (53% de preferencia), seguida por la cerveza artesanal (14%) y el tequila (10%). Durante la última década del siglo pasado iniciaron los esfuerzos por incluir las cervezas artesanales en la oferta de este mercado, pero fue hasta el 2011 cuando empezó a notarse un crecimiento sostenido, con lo que México también se colocó como el principal exportador de cerveza artesanal del mundo. En el territorio nacional el comercio de cerveza artesanal está íntimamente relacionado con el mercado *Gourmet*, un área de alta expansión.

Este es uno de los logros más significativos para los productores que sufrían con la poca cultura de consumo de este tipo de productos, pero a la postre lograron inculcar el gusto en el paladar mexicano ligándolo a la percepción de que este producto derivado de diversos granos puede maridarse con los alimentos, al igual que el vino. Esta estrategia es la razón por la que se asocia el consumo de cerveza artesanal con productos *Gourmet* para crear una experiencia completa.

Este sector emergente aún encuentra un poco de resistencia de parte del consumidor mexicano. Los consumidores de cerveza artesanal están dispuestos a probar la cantidad de matices, densidades, sabores y aromas que permite múltiples combinaciones e interpretaciones que contribuyen a que los consumidores disfruten de un buen maridaje y la experiencia que ello conlleva y al

mismo tiempo están dispuestos a pagar un precio mucho mayor que el de una cerveza industrial.

Conforme a lo reportado por ACERMEX, en México existe una desproporción en la carga fiscal que se incluye en el precio de estas bebidas, a diferencia de Estados Unidos, dónde las cervezas industriales pagan más impuestos que las artesanales, mientras que en nuestro país la cerveza industrial paga 3.50 pesos por litros de impuestos y las artesanales entre 10 y 12 pesos por litro, según la Ley del Impuesto Especial Sobre Productos y Servicios (IEPS) que grava a las cervezas con el 26.5% del precio de venta. Pese al crecimiento del sector, es que aún no existe una regulación. La definición de la cerveza artesanal en México se basa en la Ley de la Pureza Alemana, sin que exista una disposición de regulación oficial. Para solucionar este problema, se necesita constituir un consejo regulador que defina las reglas y características de las cervezas artesanales, para que se vigile la calidad y que las empresas operen bajo los confines de la ley.

Sin embargo, los productores mexicanos tienen posibilidad de competir en el mercado nacional e internacional. En el 2015 el mercado de cerveza artesanal internacional estaba valuado en 85,000 millones de dólares, según un reporte de *Grand View Research*. Pero el potencial del sector para el 2025 está estimado en 502,900 millones de dólares, según el mismo estudio. El 65% de la producción mundial se concentra en países como Australia, Bélgica, Alemania, Estados Unidos y Nueva Zelanda. Según un reporte de Alltech, existen en el mundo 10,000 cerveceras artesanales, pero el 86% de ellas se concentra en Estados Unidos y Europa. La estrategia en México de ligar este producto al mercado *Gourmet* ha funcionado, pero conlleva un compromiso ineludible con la calidad, la preparación, la innovación, de manera que siga aumentando la cultura del consumo de cerveza, que incluye el que los consumidores se involucren activamente en el proceso de la fabricación, así como en el consumo rodeado de la gastronomía. Según datos del INEGI, entre enero y mayo de 2021 en México se vendieron alrededor de 5,462

millones de litros de cerveza, lo que representa un crecimiento de 40.7% respecto a los 3,880 millones de litros del mismo periodo del año pasado.

No obstante, las ventas también están por encima de 2019, ya que en los primeros 5 meses de ese año se comercializaron en el país aproximadamente 5,038 millones de litros, es decir, la industria presenta un avance en 2021 de 8.3%.

La industria cervecera mexicana registra uno de sus mejores momentos, sobre todo después de la caída de 2020 ocasionada por la Covid-19, la cual llevó al cierre de plantas y escasez durante un par de meses.

La industria artesanal actualmente representa el 0.14% del consumo de cerveza en el país, ahora ya forma el 1%, es decir que 1 de cada 100 cervezas servidas en México, es una cerveza artesanal.

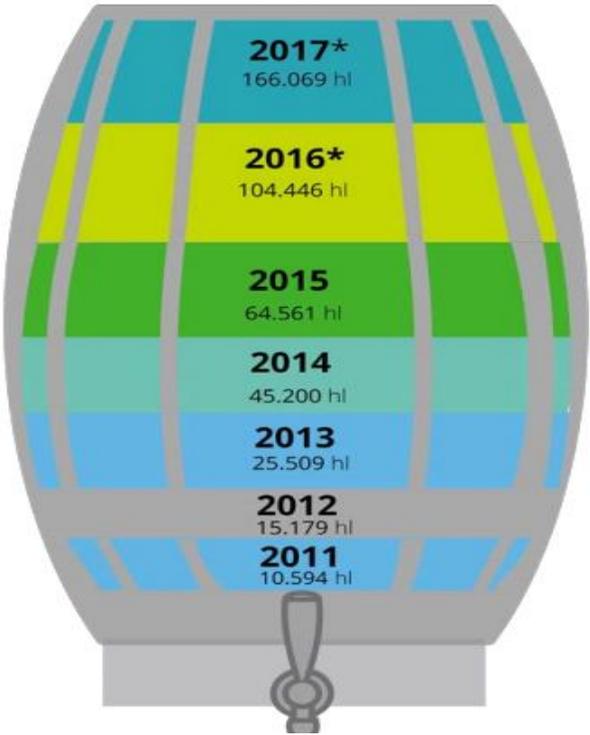


Figura 8. Venta de cerveza artesanal en México (hectolitros).

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

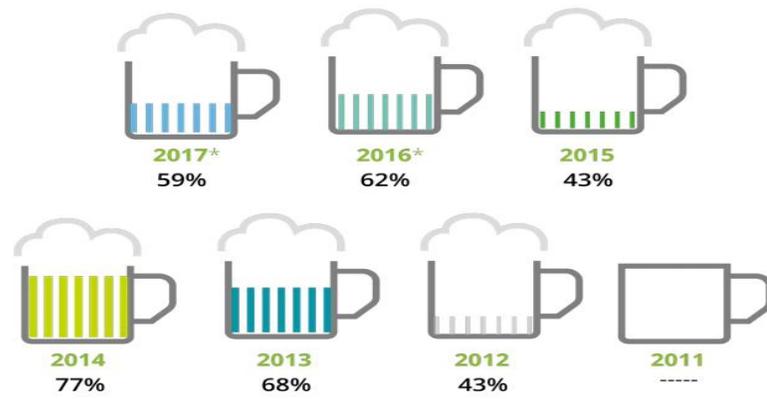


Figura 9. Porcentaje de crecimiento de la venta de cerveza artesanal en México

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

## Principales razones

por las que se consume cerveza artesanal

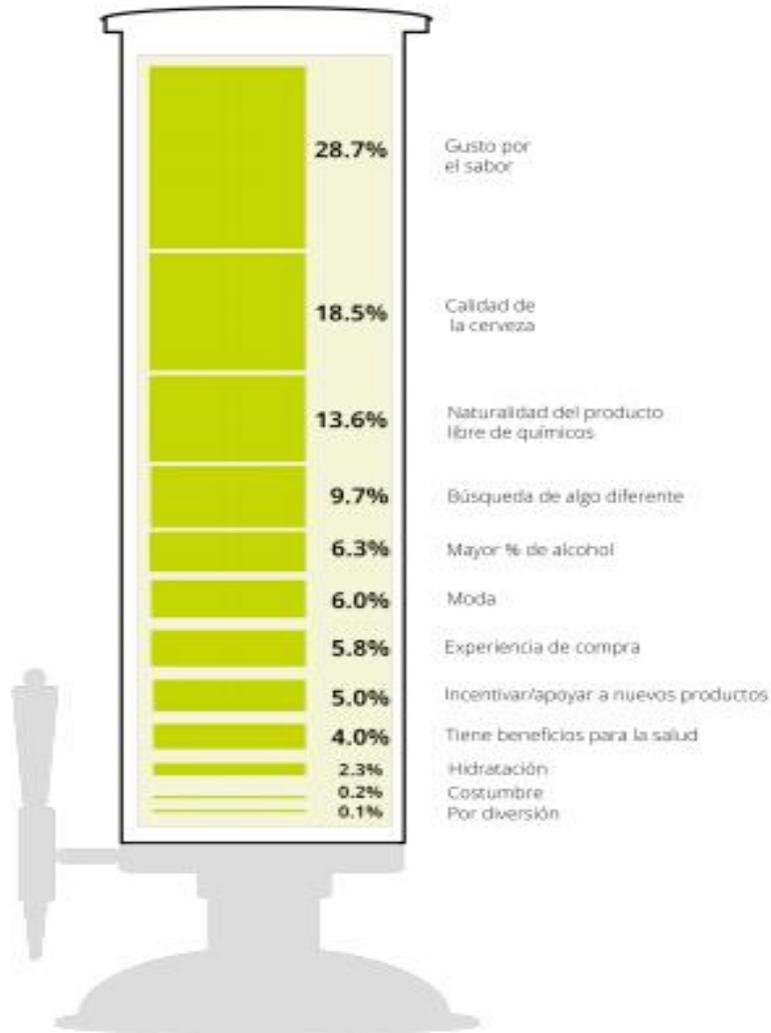


Figura 10. Razones del consumo de cerveza artesanal en México.

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

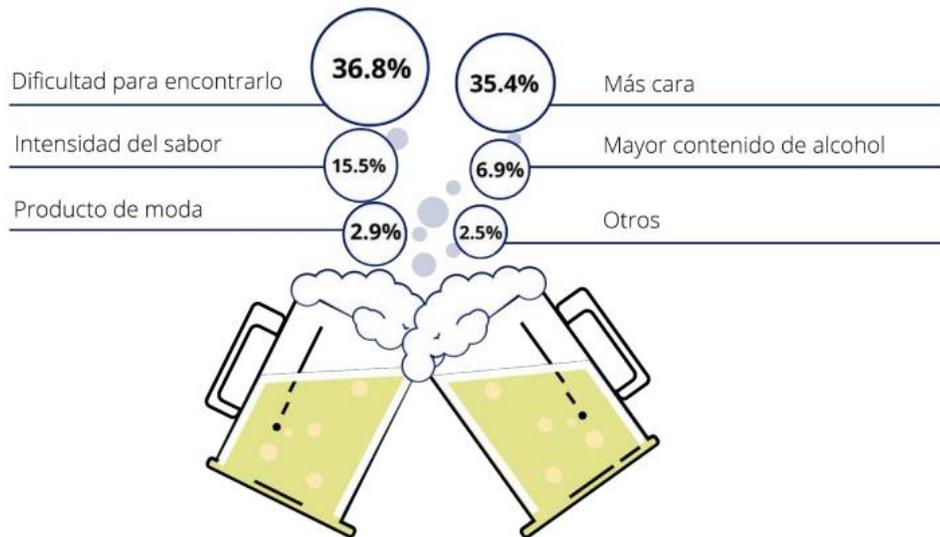


Figura 11. Obstáculos para consumir cerveza artesanal.

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

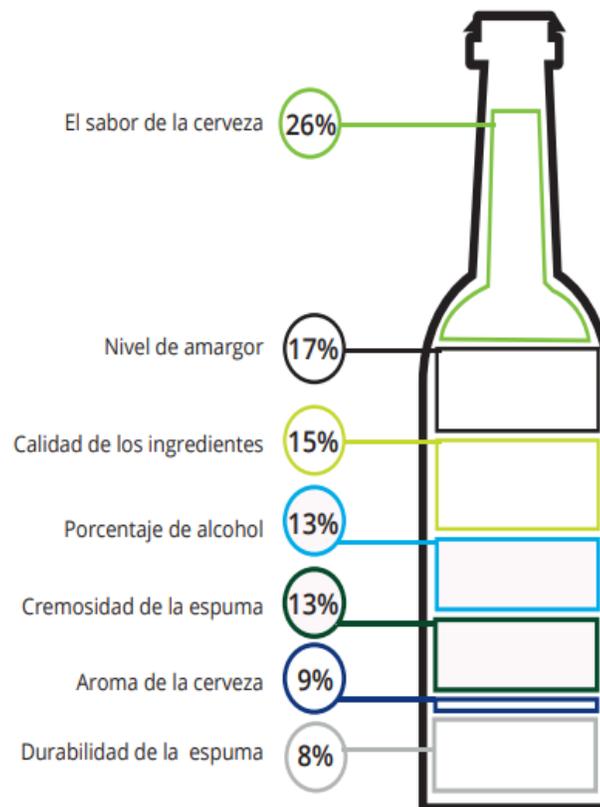


Figura 12. Factores tomados en cuenta para elegir una cerveza artesanal

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

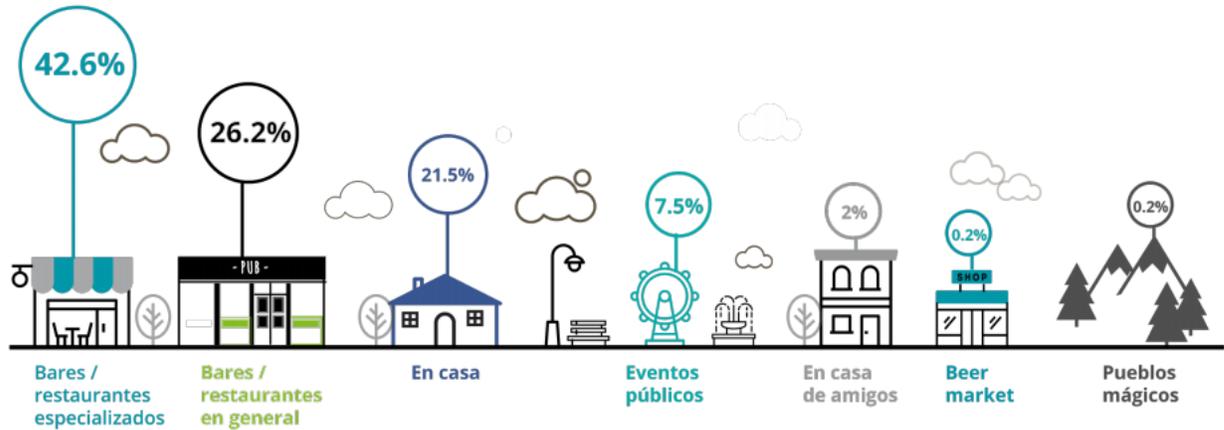


Figura 13. Lugares en donde se consume cerveza artesanal.

Fuente: Deloitte, La cerveza artesanal. Una experiencia multisensorial

En el estudio comisionado por Deloitte se asienta que los consumidores mexicanos dicen que la cerveza industrial es su bebida favorita (53%), luego la artesanal (14%), seguidas de otras bebidas espirituosas. El factor precio es uno de los que pudieran impedir un crecimiento más visible de las cervezas artesanales. Con precios que van de 50% a 300% más que sus equivalentes tradicionales, las artesanales deben competir en áreas como sabor, presentación o calidad.

Quizá por ello, en sondeo de Deloitte, 28.7% de los consumidores dicen que beben cervezas artesanales por su sabor y 18.5% por la calidad del producto. Algunos dicen que es porque buscan algo diferente, porque creen que son productos más puros o con mayor contenido alcohólico. En cuanto a las barreras para consumir artesanales, los consumidores dicen que les cuesta trabajo conseguir cervezas de ese tipo (36.8%) y que son más caras (35.4%).

Sobre la distribución, ACERMEX dice que apenas 29% de las marcas de cerveza artesanal se consiguen en 5 o más estados, 34% en 2 y hasta 4 estados, y 36% sólo en un estado. De acuerdo con ACERMEX aunque CDMX y la zona metropolitana albergan el mayor número de fábricas de cerveza, con 21%, (seguida de Baja California con 13%), la mayor producción de la bebida es en

Jalisco, entidad que concentra más de la tercera parte, con 34%, seguido de Nuevo León, con 15%.

#### 5.4 Consumo.

El consumo de cerveza también va en aumento. Desde el 2010, la tasa de crecimiento anual es del 1.14%, lo que significa que actualmente, el consumo per cápita se encuentra en los 61 litros, sólo por debajo de países como República Checa, Alemania y Austria, en los que se consumen más de 100 litros por persona. [Cerveceros de México, 2017].

En 2018, se estima que se vendieron 265,405 hectolitros de cerveza artesanal, recordando que, en sus inicios, en 2013, se vendieron solamente 25,509 hectolitros. Igualmente se registraron 230 aperturas de cervecerías por año en 2017, en comparación a las 14 que se abrieron en 2010. Actualmente Acermex, cuenta con 120 cervecerías independientes afiliadas de las 635 fábricas de cerveza artesanal mexicanas registradas en 2018.

Ventas nacionales según el número de cervecerías								
Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (E)	2018 (E)
% crecimiento	-	43%	68%	77%	43%	68%	47%	65%
Ventas en HL	10,594	15,179	25,509	45,200	64,561	108,723	160,742	265,405

Tabla 2. Ventas nacionales de las cervecerías.

Fuente: <https://cervecerosdemexico.com/estado-de-la-industria/>

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
Venta hl/cervecería	0-100 hl	101 - 500 hl	+500 hl
Número de cervecerías	268	92	40
Porcentaje que representa de las cervecerías	67%	23%	10%
Venta total hl/grupo	7,611	18,483	82,630
Porcentaje Producción Total	7%	17%	76%

*El 93% de la producción nacional es fabricado por el 33% de las cervecerías.*

Tabla 3. Grupos de cervecerías por tamaño de producción.

Fuente: <https://cervecerosdemexico.com/estado-de-la-industria/>

Estadísticas con las que se puede observar el crecimiento de ésta industria en el país, en dónde los consumidores comienzan a tener gusto y preferencia por éste tipo de productos.

## 6. Metodologías

Como se expuso con anterioridad y el desarrollo del marco teórico, se puede observar que la microindustria referida está creciendo y lamentablemente no hay algún tipo de normativa, reglamento y/o texto regulatorio para asegurar un control de calidad en estos productos. Es por esto que el presente trabajo tiene como objetivo, implementar metodologías que sirvan de referente al sector cervecero para que puedan ajustar sus procesos de elaboración y control, además se propone esquemas que permitan un seguimiento y una caracterización del producto final.

Dentro de éste capítulo se desarrollarán las metodologías propuestas, tanto para la malta como para el producto terminado.



Fig. 14. Proceso de elaboración.

Fuente: <https://vivalachela.mx/cultura-cervecera/basicos-de-la-cerveza/elaboracion-de-cerveza/>

## **6.1 Poder Diastásico.**

Se tomó por referencia el *método 4.12 según el Analytica-EBC*, en principio las enzimas de malta son extraídas con agua a partir de los 40 °C. La solución estándar de maltosa es hidrolizada por el extracto de la enzima de malta. La cantidad de azúcares reductores formada por la acción amilolítica se estima por reacción de ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS). Para el resultado, se calculan los gramos de maltosa que se está produciendo en las condiciones especificadas por 100 g de malta.

### **6.1.1 Fundamento**

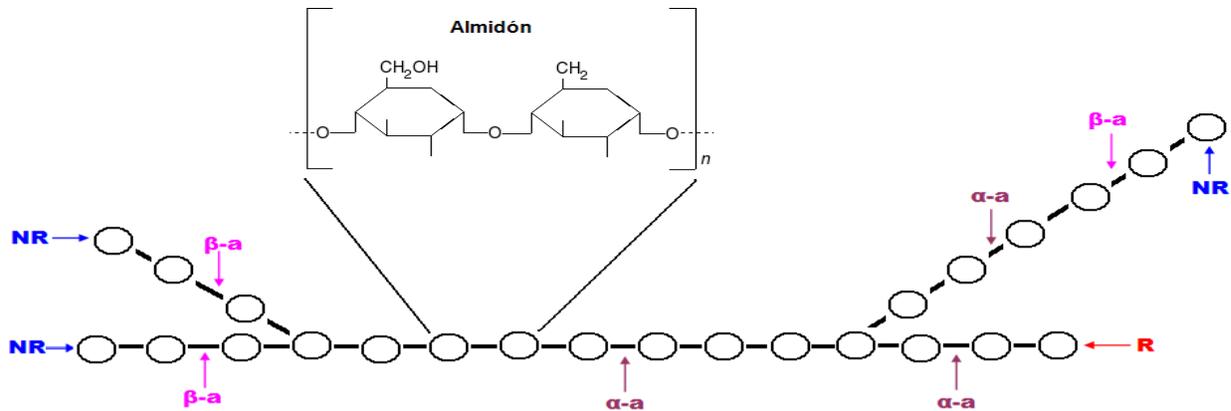
Los carbohidratos involucrados en el proceso cervecero pueden ser fermentables o no y su extracción del grano, depende del proceso de maceración. Durante la germinación de los granos se producen las enzimas que participarán en el proceso de conversión del almidón de la malta en azúcares fermentables y no fermentables.

Cuando estos granos son horneados para tostarlos o básicamente para remover la humedad agregada durante su germinación, varias de estas enzimas se inactivan. Es por eso que un buen proceso de malteado influenciará positivamente en la extracción de azúcares fermentables.

Cada enzima cataliza una reacción específica; durante la maceración se favorece la ruptura de una molécula de mayor tamaño, por la acción de enzimas amilolíticas, principalmente alfa y beta amilasa. Las amilasas hidrolizan el almidón, que es el principal carbohidrato proveniente del grano de malta. El almidón está compuesto por dos tipos de largas cadenas de unidades de glucosa: la amilopectina (ramificada) y la amilosa (cadena lineal).

La beta amilasa tiene la característica de romper cadenas de glucosa en cadenas más pequeñas de dos unidades de glucosa, denominadas maltosa. Este tipo de azúcar es fermentable, así que un mosto compuesto principalmente por estos

azúcares será altamente fermentable, lo cual podría producir mayor contenido de etanol, por acción de las levaduras.



**β-amilasa:** Exoenzima que rompe desde la parte no reductora dando como resultado 2 moléculas de Glucosa unidas por enlaces α-1,4, es decir Maltosa.

**α-amilasa:** Endoenzima que busca los enlaces más alejados de las ramificaciones y los extremos, rompe los de tipo α-1,4. Da como resultado Dextrinas.

**NR:** Parte no reductora en donde se encuentra libre el grupo OH.

**R:** Parte reductora en donde el C de la Glucosa se encuentra libre.

Fig.15. Molécula de almidón.

### Equipos

- Incubadora con agitación y temperatura controlada. Modelo 3527. Lab-Line Instruments INC.



Fig.16. Incubadora con agitación y temperatura controlada.

- Espectrofotómetro para uso en el rango UV-Vis. Modelo 911 A. GBC.



Fig. 17. Espectrofotómetro UV-Vis.

### Reactivos

- Reactivo de DNS
- Solución de Acetato según el *método 4.12 Analytica EBC*.
- NaOH según el *método 4.12 Analytica EBC*.

### Metodología para acondicionar la muestra.

- I. Pesar por duplicado 10 g. de malta.
- II. Moler para abrir el grano.
- III. Agregar 240 mL de agua fría.
- IV. Agitar a 70 °C por 30 minutos.
- V. Enfriar hasta llegar a temperatura ambiente.
- VI. Ajustar los volúmenes de agua según la tabla siguiente.

Tipo de malta	Volumen de agua agregado	Volumen final
Malta pálida (caramelo)	20 mL	260 mL
Malta oscura (chocolate)	30 mL	270 mL
Malta enzimática (base)	15 mL	255 mL

Tabla 4. Ajuste de volúmenes de agua para Poder Diastásico.

- VII. Mezclar.
- VIII. Filtrar con papel filtro.
- IX. Desechar los primeros 100 mL recolectados del *extracto de malta*.
- X. Usar para la determinación los siguientes 25 mL del *extracto de malta*.

#### Metodología para la hidrólisis de la solución de maltosa.

##### ➤ Extracto de malta

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>I. Verter 50 mL de una solución de maltosa en un matraz aforado de 100 mL</li> <li>II. Añadir 2.5 mL de la solución de acetato.</li> <li>III. Dejar reposar a temperatura ambiente (20 °C aproximadamente) por 20 minutos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>IV. Agregar 2.5 mL del extracto de malta.</li> <li>V. Agitar.</li> <li>VI. Reposar a temperatura ambiente (20 °C aproximadamente) por 30 minutos.</li> <li>VII. Agregar 2 mL de NaOH.</li> <li>VIII. Aforar a 100 mL</li> <li>IX. Verificar pH básico.</li> </ul> |
|--|--|

##### ➤ Blanco

- I. Verter 50 mL de solución de maltosa en un matraz aforado de 100 mL.
- II. Agregar 1.175 mL de NaOH.
- III. Agregar 2.5 mL de extracto de malta enzimática (base).
- IV. Aforar a 100 mL
- V. Verificar pH básico.

#### Metodología para la cuantificación de maltosa.

- I. Realizar una curva de calibración de maltosa.
- II. Tomar 1 mL del *Extracto de Malta* o del Blanco después del tratamiento de la hidrólisis y vaciarlo en un tubo de ensayo.
- III. Añadir 1 mL del reactivo de DNS.
- IV. Dejar en baño maría durante 5 minutos.
- V. Añadir 8 mL de agua destilada.

- VI. Leer absorbancia a 540 nm.
- VII. Cuantificar la cantidad de maltosa.

### 6.1.2 Resultados.

Se analizaron diferentes maltas, siguiendo las metodologías descritas anteriormente y se obtuvieron los siguientes resultados.

Malta	Absorbancia de la muestra (540 nm)	Absorbancia del blanco (540 nm)	Absorbancia corregida	µg de maltosa
Pilsen Avangard	0.421	0.032	0.389	395.40
Special W	0.470	0.032	0.437	449.10
Chocolate	0.438	0.032	0.406	413.92
Carapils	0.447	0.032	0.415	423.92
Melanoidin	0.467	0.032	0.434	445.77
Victory	0.419	0.032	0.387	392.81
2H	0.307	0.032	0.275	268.36
Honey	0.388	0.032	0.356	358.73
Ahumada	0.304	0.032	0.272	265.40

Tabla 5. Resultados de Poder Diastásico.

### 6.1.3 Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos, partiendo de la variedad de maltas empleadas, se observa que las maltas con menor cantidad de maltosa son la *Ahumada* y la *2H* mientras las que presentaron mayor concentración de maltosa fueron la malta *Melanoidin* y la *Special W*.

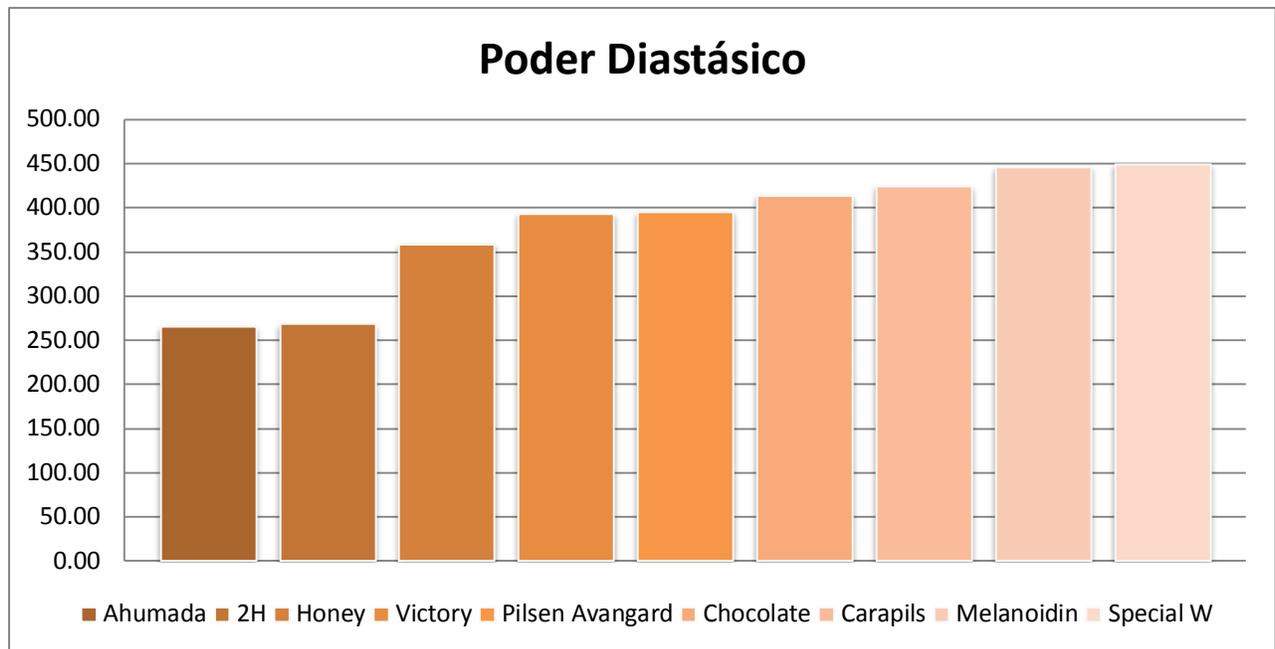


Gráfico 9. Resultados de Poder Diastásico.

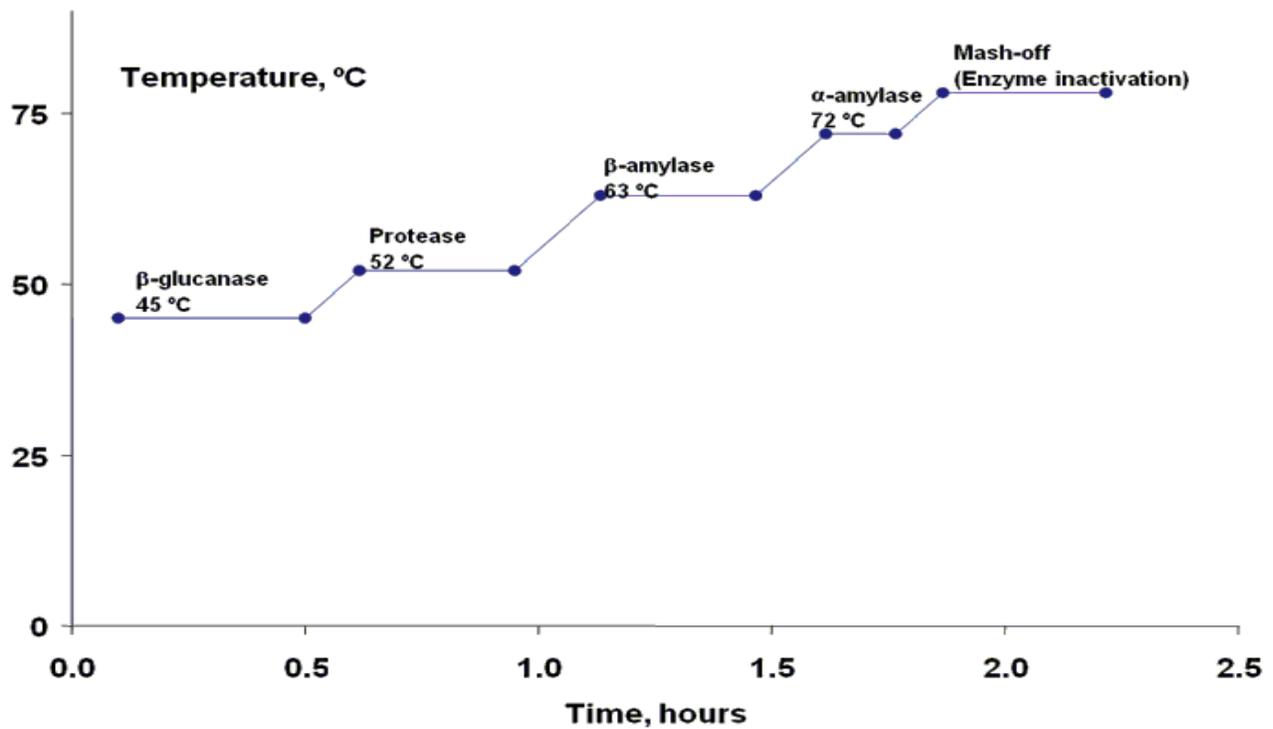


Gráfico 10. Enzimas amilolíticas.

Dado que el almidón contiene muchos puntos de ramificación en su estructura y la beta-amilasa no puede atacar estas ramificaciones, la acción aleatoria de la alfa-amilasa permite a la beta-amilasa ser más efectiva en la producción de maltosa. La beta-amilasa es más activa entre 60° y 65° C, y la alfa-amilasa lo es alrededor de 70° C, como se puede observar en el gráfico 8.

Así que a temperaturas más bajas y/o incrementos de temperatura más lentos, implicará una mayor producción de maltosa; resultando mostos muy fermentables, sin embargo, presentan poco cuerpo. La maceración producida a mayor temperatura, tenderá a producir mostos con una mayor proporción de dextrinas, lo que favorecerá el cuerpo de la cerveza, pero habrá menor producción de alcohol, debido a la degradación de azúcares.

Dentro de la microindustria cervecera la importancia de pruebas como ésta, impacta en todos sus procesos, como se ha hecho énfasis los microcerveceros deben de llevar un proceso de elaboración detallado. El tiempo que utilizan para la cocción y para la ebullición de sus formulaciones, en ocasiones no están ni a temperaturas controladas y por largos lapsos de tiempo, no tomando en cuenta las reacciones enzimáticas y tampoco haciendo rampas de temperatura que favorezcan a éstas últimas.

Con lapsos mayores en ebullición tienen tendencia a inactivar las enzimas presentes en el mosto, errores que se ven reflejados en el producto final, no viendo favorecido el cuerpo de la cerveza, la producción de etanol y en algunos casos eliminan características esenciales de los estilos de cerveza a los que se quiera llegar.

## 6.2 Color en mosto

Se tomó por referencia el *método 4.7.1 según Analytica EBC*, en dónde el principio es que de una muestra de malta que se encuentre molida y triturada se procede a la maceración recomendada por los métodos 4.5.1 y 4.6, del *Analytica – EBC*. Para posteriormente filtrar el mosto y aclararlo.

El color del mosto se determina midiendo la absorbancia a 430 nm y multiplicando por el factor apropiado según la escala de color que se quiera seguir.

### 6.2.1 Fundamento

Las diferentes maltas aportan un color distinto en cada caso, lo cual resultará en el color final de la cerveza; dado a que no se puede juzgar por percepciones, se desarrollaron dos escalas de color.

Joseph Williams era el hijo de John Locke Lovibond, un conocido cervecero de Greenwich, Inglaterra que, a finales del siglo XIX, quiso encontrar un método para asegurar la calidad de sus cervezas. Así, en 1883, creó el primer colorímetro del mundo. Esta escala, conocida con el nombre de su creador, Lovibond, se usó durante mucho tiempo hasta que fue sustituida por sistemas más modernos.

A mediados del siglo XX se crearon otros sistemas que lo reemplazaron, como el Standard Reference Method (SRM). Es el método americano propuesto por la American Society of Brewing Chemists (ASBC), el cual consiste en medir la reducción de intensidad que sufre un haz de luz monocromática de longitud de onda de 430nm (azul), al atravesar 1cm de cerveza. Multiplicando la absorbancia por 12.7 aplicando la ley de Lambert–Bouguer-Beer.

$$\mathbf{SRM = 12.7 \times Abs430.}$$

Los europeos también desarrollaron su propio sistema para cuantificar el color de la cerveza. El sistema europeo se denominó European Brewing Convention (EBC), sistema que pasa a ser el estándar y se modifica adoptando, la longitud de onda

de 430 nm y 1 cm de cerveza. De esta manera el sistema EBC se vuelve muy similar al SRM diferenciándose sólo en la unidad de color que, en el EBC, es 25 veces la absorbancia a 430nm (A430) en vez de las 12.7 veces del SRM.

$$EBC = 25 \times Abs_{430}$$

Como se mencionó, el proceso de germinación concluye cuando se seca la malta. La duración de la germinación y la temperatura del secado son factores que determinan el aroma y color de la malta, que influirá directamente en el color final de la cerveza. Dependiendo de la temperatura del secado, se conseguirá una malta más amarilla, tostada, u oscura. Las maltas base (Pilsen, Pale) aportan un color amarillo pálido base, mientras que las maltas caramelo y/o maltas tostadas (Cristal, Chocolate, Negra) dan más cuerpo, carácter y color. Las maltas más oscuras son producidas por el efecto de las temperaturas más altas en el proceso de secado.

### Equipos

- Incubadora con agitación y temperatura controlada. Modelo 3527. Lab-Line Instruments INC.



Fig. 18. Incubadora con agitación y temperatura controlada.

- Centrífuga. Modelo CL ICE. Serie: 428-13971. International Equipament CO.



Fig. 19. Centrífuga.



Fig. 20. Espectrofotómetro UV-Vis. Modelo 911 GBC

### Reactivos

- Solución de yodo.

### Metodología para el análisis en mosto.

- I. Atemperar el baño de maceración a 45 °C.
- II. Mezclar 100 mL de agua con 27.5 g de grano molido.
- III. Agitar el macerado y mantener la temperatura durante 30 minutos.
- IV. Subir la temperatura del baño a 70 °C.
- V. Al alcanzar los 70 °C añadir 50 mL de agua a 70 °C.
- VI. Medir el tiempo de sacarificación con solución de yodo.
- VII. Interrumpir la prueba después de 1 hora si la sacarificación no se llega a completar.
- VIII. Enfriar a temperatura ambiente.
- IX. Separar el grano agotado del mosto.
- X. Centrifugar a 600 rpm durante 10 minutos.
- XI. Leer la turbidez (brillantez) a 700 nm.
- XII. Leer la absorbancia a 430 nm.
- XIII. Ajustar la absorbancia y multiplicar por el factor apropiado, según la escala de color que se quiera seguir.

## 6.2.2 Resultados.

Malta	Tiempo de sacarificación	Abs corregida	EBC	Color EBC	SRM	Color SRM
2H	50 minutos	0.2075	5	4 6	3	2 3
2H c/lúpulo		0.181	5		2	
Chocolate	50 minutos	2.075	52	52 56	26	26
Chocolate c/lúpulo		2.252	56		29	29
Special W	30 minutos	0.683	17	16 18	9	9
Special W c/lúpulo		0.925	23	22 24	12	12
Malta Ahumada	30 minutos	0.431	11	10 12	5	5
Malta Ahumada c/lúpulo		0.667	17	16 18	8	8
Honey	20 minutos	0.963	24	22 24	12	12
Honey c/lúpulo		1.0905	27	26 28	14	14
Victory	30 minutos	1.0725	27	26 28	14	14
Victory c/lúpulo		1.235	31	30 32	16	16
Melanoidin	30 minutos	1.266	32	32	16	16
Melanoidin c/lúpulo		1.4557	36	36	18	18

Tabla 6. Resultados de color en mostos.

### **6.2.3 Análisis de Resultados.**

Durante la elaboración artesanal de cerveza, se pueden encontrar variaciones de color lo que puede alertar al cervecero de la existencia de cierta irregularidad en el proceso. Actualmente con las prácticas modernas del proceso de malteo, es complicado que las diferencias de color en la cerveza, se puedan atribuir específicamente al grano de malta, sin embargo, podría haber la posibilidad. Las variaciones de color suelen detonarse durante el proceso, en la maceración, una alcalinidad mayor en el agua, favorecerá la extracción de pigmentos de la malta logrando colores más profundos.

En esta etapa, el tiempo es también un posible factor que afecta el color de la cerveza. Cuanto más largo es el tiempo de macerado más oscuro será el color obtenido. Durante el proceso de ebullición del mosto, se continúa favoreciendo la oxidación de azúcares, cuando hay suficiente cantidad de oxígeno, el mosto se oscurece. Es práctica común entre los microcerveceros que la ebullición del mosto se realice por tiempos prolongados lo que generaría mayor intensidad de color en la cerveza.

Durante la fermentación, los sólidos insolubles suspendidos en el mosto, en su mayoría materia proteínica, tienen a precipitar, depositándose en el fondo del fermentador junto con la levadura floculada; de esta manera habrá una reducción en el color. El efecto del filtrado sobre el color de la cerveza se da básicamente por la reducción de la turbidez. El contacto prolongado con los materiales altamente absorbentes tales como carbón activado y ciertos agentes encapsulantes, sumado al uso de filtros de placa y diatomeas, tienden a aligerar color de la cerveza.

La variación del color también puede ocurrir durante el proceso de almacenamiento. El cual se debería fundamentalmente a la oxidación del mosto debido a períodos de almacenamiento con temperaturas no uniformes. No

obstante, no es el único factor clave en el cuidado del color, el tipo de envase y el cuidado del almacenaje en bodegas, resulta otro punto a considerar.

Otra de las posibles causas que pueden variar el color de la cerveza son los residuos químicos que se depositan en los envases cuando son lavados. Restos de álcalis (amoníaco, sosa cáustica, etc.) tienden a oscurecer la cerveza.

La cerveza que aún presenta sólidos debido a que dentro del proceso no tiene una etapa de filtración y/o clarificación, preferentemente no debe ser almacenada a muy bajas temperaturas de lo contrario podría enturbiarse. La turbiedad por enfriamiento podría tornarse permanente, aunque también podría ser reversible con el subsecuente calentamiento de la cerveza. El enfriamiento excesivo, también, pueden conducir a una turbiedad coloidal con la aparición de partículas de proteína opacas o de color ligeramente *beige* que flotan cerca de la parte inferior de la botella o que desaparecen después de servir en el vaso. [Brewers Association]

Con ésta información, se puede tener una visión más amplia de todos los factores que tienen cierta influencia en la permanencia del color en el producto, hasta que llegue a las manos del consumidor, lo que representa uno de los puntos clave que resulta crítico para la caracterización del producto final, es por ello que la cerveza presenta otro tipo de clasificación, la cual se basa en asignar estilos de cerveza de acuerdo a la coloración que presenta en el producto final.

SRM/Lovibond	Color de la cerveza	EBC	Ejemplos
2		4	Pale lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse
3		6	Maibock, Blonde Ale
4		8	Weissbier
6		12	American Pale Ale, IPA
8		16	Weissbier, Saison
10		20	English Bitter, ESB
13		26	Biere de Garde, Double IPA
17		33	Dark lager, Vienna lager, Marzen, Amber Ale
20		39	Brown Ale, Bock, Dunkel, Dunkelweizen
24		47	Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter
29		57	Stout
35		69	Foreign Stout, Baltic Porter
40+		79	Imperial Stout

Tabla 7. Estilos de cerveza en cuanto al color.

Fuente: <https://www.cervezartesana.es/blog/post/el-color-de-la-cerveza-y-la-dictadura-del-color.html>.

### 6.3 Proceso de elaboración del lote experimental

Para el desarrollo de las siguientes metodologías, se debe tomar en consideración que se elaboraron lotes de cerveza para poder dar seguimiento a la fermentación y así ir tomando nota de los datos experimentales para poder llegar a caracterizar el producto final.

Como punto inicial, se parte de la formulación del lote, la cual se especifica en la siguiente tabla:

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	500 mL
Malta base (2H)	100 g
Malta caramelo	10 g
Lúpulo Galaxy	0.5 g

Tabla 8. Formulación del lote experimental.

#### Equipos

- Incubadora con agitación y temperatura controlada. Modelo 3527. Lab-Line Instruments INC.



Fig. 21. Incubadora con agitación y temperatura controlada.

- Centrífuga. Modelo CL ICE. Serie: 428-13971. International Equipment CO.



Fig. 22. Centrífuga.

- Autoclave. Modelo HA-300MII. Hirayama.



Fig. 23. Autoclave.

## Metodología para elaboración de lote de cerveza.

- I. Molienda del grano.
- II. Agregar el grano molido y la cantidad de agua especificada en la tabla de arriba, en un matraz Erlenmeyer de 1L.
- III. Realizar la proteólisis, a una temperatura de 50 °C durante 30 minutos en la incubadora.
- IV. Sacarificación a una temperatura de 70° C durante 30 minutos en la incubadora.
- V. Separar el grano agotado y desecharlo.
- VI. Centrifugar el mosto restante a 600 rpm durante 10 minutos.
- VII. Cocción/Lupulado a 105 °C durante 20 minutos en autoclave.
- VIII. Enfriar el matraz a temperatura ambiente.
- IX. Inocular 1 gramo de levadura (*S. cerevisiae*).
- X. Fermentar durante tres días a temperatura ambiente.
- XI. Trasvasar a una botella ámbar.
- XII. Realizar segunda fermentación en la botella.
- XIII. Madurar una semana a temperatura de refrigeración.

Mientras se completó la primera fermentación se tomaron alícuotas de 10 mL cada 24 horas, para tener tres lecturas, a las que se les denominó tiempo cero ( $t_0$ ), tiempo uno ( $t_1$ ) y tiempo dos ( $t_2$ ). Una vez terminado el lote experimental se tomó otra alícuota a la que se le denominó tiempo tres ( $t_3$ ).

En la siguiente tabla se mencionan las metodologías realizadas y los tiempos correspondientes.

Metodologías	Tiempo
Color	$t_0, t_1, t_2, t_3$
Sólidos solubles	$t_0, t_1, t_2, t_3$
Azúcares reductores (DNS)	$t_0, t_1, t_2, t_3$
Unidades de amargor (IBU's)	$t_3$
Concentración de etanol	$t_0, t_1, t_2, t_3$

Tabla 9. Metodologías del lote experimental.

## 6.4 Color en cerveza.

Se tomó por referencia los métodos 4.7.1, 4.5.1 y 4.6 según *Analytica EBC*, en dónde el principio es que de un mosto filtrado y claro se determina el color midiendo la absorbancia a 430 nm y multiplicando por el factor apropiado según la escala de color que se quiera seguir.

### 6.4.1 Fundamento

Como ya se mencionó anteriormente, el color de la cerveza, depende principalmente, del tipo de maltas que se utilizan durante su elaboración. En el proceso de malteado del cereal y debido a un conjunto muy complejo de reacciones químicas (reacción Maillard), se lleva a cabo la producción de melanoidinas que le darán a la cerveza tonalidades que van desde el amarillo claro hasta el café muy oscuro e incluso negro, las cuales se verifican con las dos escalas de color establecidas EBC y SRM.

### Equipos

- Centrífuga. Modelo CL ICE. Serie: 428-13971. International Equipment CO.



Fig. 24. Centrífuga.



Fig. 25. Espectrofotómetro UV-Vis.

Metodología para el análisis en cerveza.

- I. Centrifugar la cerveza a 600 rpm durante 10 minutos.
- II. Decantar la cerveza.
- III. Leer la turbidez (brillantez) a 700 nm.
- IV. Leer la absorbancia a 430 nm.

Ajustar la absorbancia y multiplicar por el factor apropiado, según la escala de color que se quiera seguir.

**6.4.2 Resultados.**

Tiempo	Abs corregida	EBC	Color EBC	SRM	Color SRM
t0	0.864	22	22	11	11
t1	0.459	11	10 12	6	6
t2	0.446	11	10 12	6	6
t3	0.429	11	10 12	5	5

Tabla 10. Resultados de color del lote experimental.

### 6.4.3 Análisis de resultados.

En el análisis pasado de la metodología de color se especificó que existen dos escalas y una metodología para determinar el color de la cerveza. Sin embargo los microcerveceros, no cuentan con equipo tan específico como para hacer la determinación exacta de color, es por ello que también se han desarrollado técnicas y estimaciones teóricas para conocer el color en cada una de las escalas mencionadas.

Se debe conocer el color de cada malta, estos colores se especifican en la hoja técnica de la malta y se miden en Grados Lovibond. Con esto se calcula la unidad de color de la malta (MCUs - Malt Color Units) para cada una de las adiciones y sumando todas las MCUs tendremos el color estimado de la cerveza.

$$\text{MCU} = \text{Lb} \times \text{°L} / \text{gal}$$

**Lb** = Cantidad de malta (en libras)

**°L** = Grados lovibond que aporta dicha malta al mosto

**gal** = Volumen de mosto (en galones)

Como la absorción de la luz no es lineal sino logarítmica, esta fórmula es útil sólo para cervezas claras de alrededor de 6-8 SRM, Por eso, la mayoría de los cerveceros utiliza la ecuación de Morey que otorga estimación mucho más exacta del color de la cerveza en un rango de 1-50 SRM.

La cual especifica el color dentro de las dos escalas utilizadas comúnmente (SRM y EBC).

$$\text{SRM} = 1.4922 * (\text{MCU}^{0.6859})$$

$$\text{EBC} = 2.94 * (\text{MCU}^{0.6859})$$

Se realizaron las ecuaciones pertinentes para llegar a una estimación del color final de la cerveza.

Materias primas	Cantidad	Cantidad en libras	Grados Lovibond
Malta 2H	100 g	0.220	1.8
Malta Caramelo	10 g	0.022	20
Agua	500 mL	0.132	-

Tabla 11. Datos de MCU.

Malta	MCU
2H	3.004
Caramelo	3.338
Formulación completa	6.343

Tabla 12. Valores MCU.

Escala de color	Valor
SRM	5
EBC	10

Tabla 13. Valores de las escalas de color.

Al considerar los valores estimados, se puede observar que son muy cercanos a los valores obtenidos experimentalmente, sin embargo, si se busca establecer las bases para un reglamento o ley que sea un soporte para la calidad del producto no es suficiente una aproximación teórica, es de importancia notable que una metodología proporcionará resultados cuantitativos, que servirá de base sólida para la regulación de la calidad del producto final.

## 6.5 Sólidos solubles.

La referencia utilizada en éste procedimiento fue la norma NMX-F-103-1982. Alimentos. Frutas y derivados. En donde establece el método refractométrico para la determinación de los grados Brix en productos derivados de las frutas y líquidos azucarados. Siendo que los Grados Brix son el por ciento de sólidos disueltos en un producto derivado de las frutas o de un líquido azucarado.

Este método se basa en el cambio de dirección que sufren los rayos luminosos en el límite de separación de dos medios en los cuales es distinta la velocidad de propagación.

### 6.5.1 Fundamento

La disminución del porcentaje de los sólidos se debe a que la levadura está actuando y produciendo etanol. Como se sabe la cerveza tiene varios azúcares fermentables entre los cuales la glucosa y la maltosa son convertidas en alcohol.



#### Equipos

- Refractómetro 0-32% Brix. Modelo N-1E. Atago.



Fig. 26. Refractómetro.

### Metodología para el análisis en cerveza.

- I. Centrifugar la cerveza a 600 rpm durante 10 minutos.
- II. Tomar con una pipeta pasteur una alícuota de la cerveza.
- III. Depositar una gota de muestra sobre el prisma, cerrar y ajustar finamente.

### 6.5.2 Resultados

Tiempo	°Bx
$t_0$	11.2
$t_1$	8.2
$t_2$	5.0
$t_3$	5.0

Tabla 14. Sólidos solubles en cerveza.



Gráfico 11. Sólidos Solubles.

### 6.5.3 Análisis de resultados.

La medición de los sólidos solubles en la cerveza durante todo el proceso de fermentación, resulta una prueba rápida de monitoreo para determinar el progreso de la fermentación. Sin embargo, los microcerveceros, utilizan el valor de grados Brix, para obtener un estimado de la densidad de la cerveza y con ello calcular el porcentaje de alcohol aproximado. En éste punto como en el descrito anteriormente, es necesario un dato cuantitativo para poder establecer criterios en cuanto a porcentaje de alcohol se refiere, el cual se analizará más adelante, dejando a ésta metodología como una prueba rápida y económica para un práctico seguimiento de la fermentación.

### 6.6 Azúcares reductores

Éste procedimiento se fundamenta en el método Ácido dinitro salicílico, el cual en disolución alcalina el azúcar se hidroliza produciendo un compuesto que se reduce a un grupo nitro del DNS, para dar el producto monoamino correspondiente. Esta reacción da un producto colorido en solución alcalina, la que se mide por espectrofotómetro a una absorbancia de 540 nm.

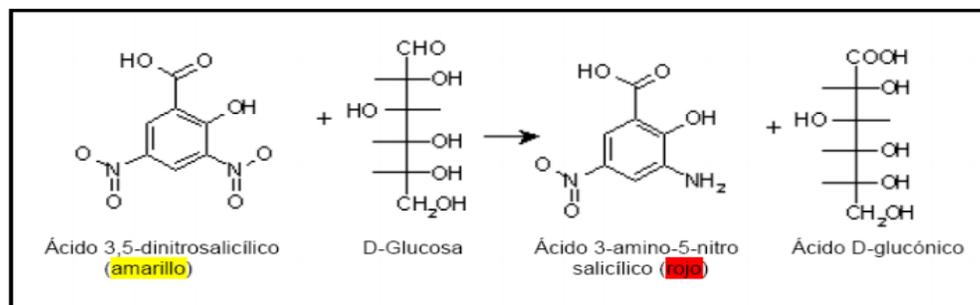


Fig. 27. Reacción de DNS.

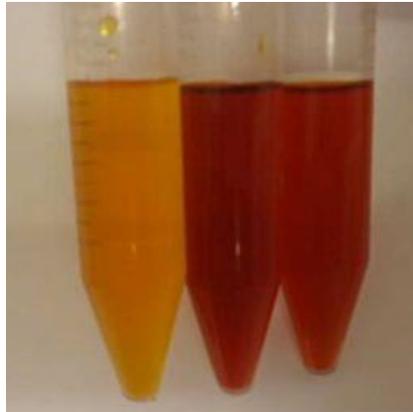


Fig. 28. Coloración de DNS.

### 6.6.1 Fundamento

Los azúcares son la base de la elaboración de cerveza, en el mosto aproximadamente el 45% del azúcar es maltosa, seguida por un 14% de maltotriosa, 8% de glucosa, 6% de sucrosa, y 2% de fructosa, y 25% de dextrinas, las cuales no son fermentables, pero contribuyen de manera importante al cuerpo, textura y espuma de la cerveza.

Se ha determinado experimentalmente que la levadura prefiere consumir primeramente la sacarosa, aunque esta constituye un pequeño porcentaje del total de azúcares en el mosto. Utilizando una enzima llamada invertasa, la levadura hidroliza la sacarosa en glucosa y fructosa. Se consume primero la glucosa y después la fructosa. Posteriormente la maltosa y finalmente con la maltotriosa para producir etanol.

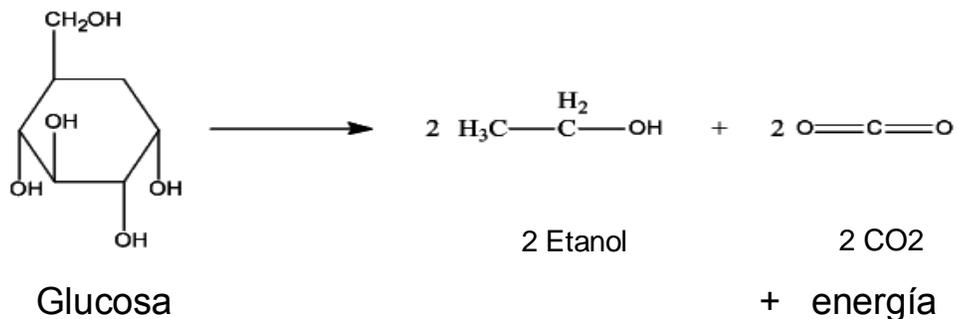


Fig. 29. Esquema general de fermentación alcohólica

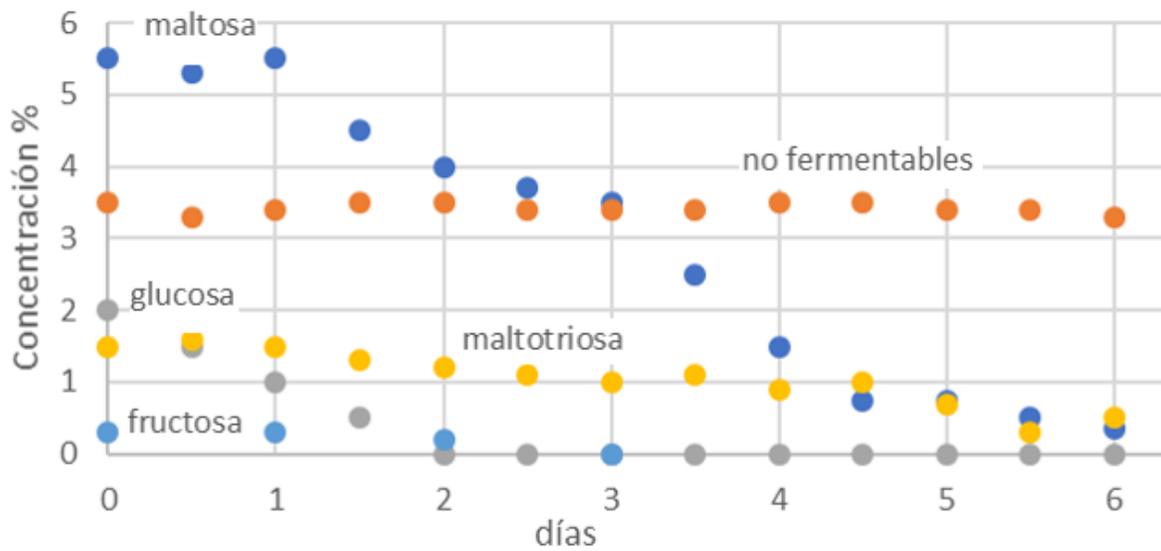


Gráfico 12. Cambio teórico de azúcares reductores.

Equipos



Fig. 30. Espectrofotómetro UV-Vis.

Reactivos

- Reactivo del ácido 2,4 dinitro salicílico

### Metodología de la prueba en cerveza.

- I. Se toma una alícuota de 1 mL de cerveza y se vacía en un tubo de ensaye.
- II. Agregar 1 mL de reactivo de DNS.
- III. Se deja en baño maría por 5 minutos.
- IV. Agregar 8 mL de agua destilada.
- V. Leer la absorbancia resultante a 540 nm.
- VI. La concentración del azúcar en cuestión, se obtiene a través de una curva patrón previamente realizada.

#### **6.6.2 Resultados.**

Se realizaron dos curvas de calibración de dos azúcares reductores presentes en la cerveza, maltosa y glucosa.

Tiempo	Maltosa (g/mL)
$t_0$	0.0912
$t_1$	0.0735
$t_2$	0.0416
$t_3$	0.0205

Tabla 14. Azúcares reductores

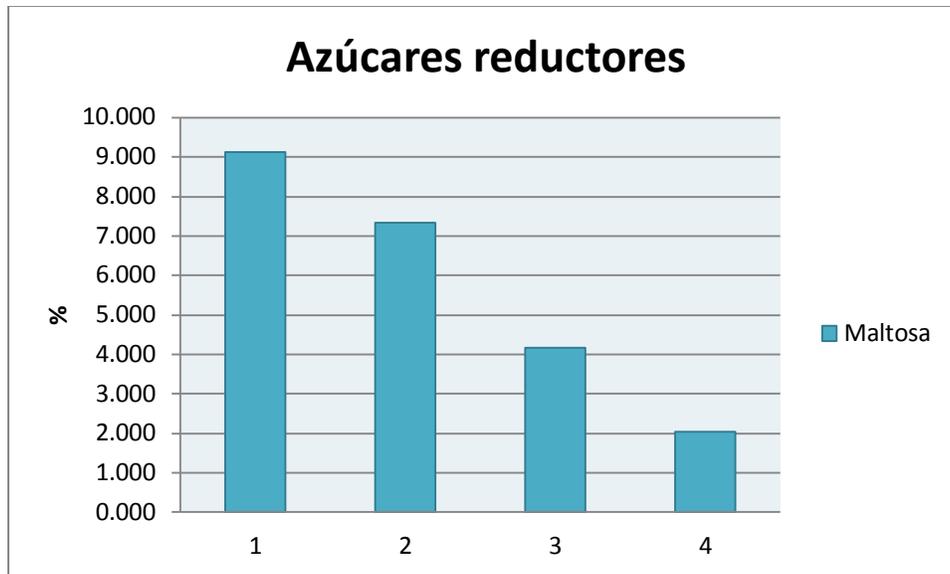


Gráfico 13. Porcentaje de azúcares reductores

### 6.6.3 Análisis de resultados.

El control de los azúcares fermentables permite determinar el progreso de la fermentación. El análisis de los azúcares fermentables es también un parámetro para determinar el potencial fermentativo del mosto y, por lo tanto, el contenido potencial de alcohol.

### 6.7 Unidades de amargor (IBU)

Este método actualmente forma parte del compendio publicado por la *American Society of Brewing Chemists*, indexado como *Beer 23 A. Bitterness Units International Method*. El fundamento de su determinación consiste en agregar un ácido a las muestras provocando alteraciones en la polaridad de los iso- $\alpha$ -ácidos y la formación de puentes de hidrógeno. Con ello se consigue que los compuestos de interés sean insolubles en agua para, posteriormente extraerlos con un disolvente orgánico: el 2,2,4-Trimetilpentano (octano), siendo a la fase orgánica de la que se realiza una lectura de absorbancia a 275 nm.

### 6.7.1 Fundamento

La sigla IBU (*International Bitterness Units*) corresponde a la unidad de medida internacional de amargor y representa la cantidad de iso-alfa-ácidos (humulona) disueltos en la cerveza, en otras palabras, cada IBU equivale a un miligramo de iso-alfa-ácido por cada litro de cerveza. La humulona es una molécula que se encuentra en los lúpulos, que una vez que se agrega al mosto hecho con la malta y el agua caliente, le da uno de sus sabores característicos a la cerveza.

La adición de lúpulo durante la ebullición del mosto aporta amargor. Las adiciones tempranas de lúpulo provocan una mejor isomerización de las resinas, pero eliminan, por el tiempo que está expuesto el lúpulo al hervor, los aceites esenciales que provocan los aromas y sabores. Por el contrario, las adiciones de lúpulo sobre el final del hervor no tienen una buena isomerización de las resinas, pero aportan al sabor y aroma.

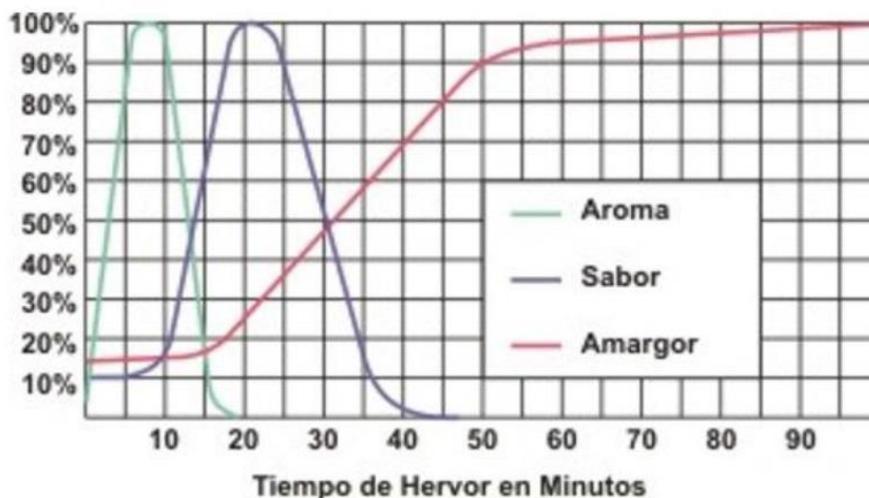


Gráfico 14. Curva de aportes de aroma, sabor y amargor

La gráfica 11 muestra el comportamiento durante la ebullición del mosto. La curva de aroma (verde) muestra que el máximo aporte de aroma extraído del lúpulo se produce aproximadamente a los 7 minutos y posteriormente declina considerablemente hasta anularse, aunque este tema es para debatir, ya que hay que considerar, que es lo que pasa en el momento posterior al *Whirlpool* (centrifuga), mientras el mosto está en reposo y a una temperatura de ebullición. En el caso de las *Ale* sus fermentaciones, eliminan más aromas que las *Lagers*; es por eso que para aportar aromas, lo aconsejable es el *dry hopping* (salto en seco).

La curva de sabor (azul) indica que la mayor transferencia de sabores que produce con el mosto hirviendo por espacio de 20 minutos, luego de los cuales los aceites esenciales comienzan a volatilizarse. Por último la curva de amargor (roja) nos indica el aporte del lúpulo desde el comienzo y hasta cerca del minuto 15, donde la entrega de amargor es muy baja, pero luego se incrementa hasta llegar cerca del 95% de su aporte en el minuto 60, luego de lo cual continua aumentando de forma pausada, cuando ya la isomerización de las resinas disminuye.

### Equipos.

- Incubadora con agitación y temperatura controlada. Modelo 3527. Lab-Line Instruments. INC.



Fig. 31. Incubadora con agitación con temperatura controlada.



Fig. 32. Centrifuga.



Fig. 33. Espectrofotómetro UV-Vis.

### Reactivos

- Ácido Clorhídrico concentrado.
- 2,2,4-Trimetilpentano (octano).

## Metodología para el análisis en cerveza.

- I. Con la muestra desgasificada anteriormente, se toma una alícuota de 10 mL en tubos *Falcon*.
- II. Agregar a cada tubo 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado.
- III. Adicionar 20 mL de 2,2,4-Trimetilpentano (octano).
- IV. Agitar los tubos a 150 rpm durante 15 minutos.
- V. Centrifugar a 300 rpm durante 5 minutos.
- VI. Tomar una muestra de la fase orgánica.
- VII. Leer la absorbancia a 275 nm.
- VIII. Para obtener las unidades de amargor, se toma en cuenta la fórmula establecida por la ASBC:

$$\text{IBU} = \text{absorbancia } 275 \text{ nm} * 50$$

### 6.7.2 Resultados.

Dado a que esta prueba solo se realizó al  $t_3$ , es decir a producto terminado, se presenta únicamente una lectura.

Promedio Abs 275 nm	IBU
0.212	11

Tabla 15. Unidades de amargor.

### 6.7.3 Análisis de Resultados.

Muchos cerveceros utilizan las IBU's como una guía de sabores, sin embargo, la malta así como otros aditivos o ingredientes, pueden opacar el amargor de la cerveza. Esto significa que las IBU's no siempre definen el sabor de una cerveza. Por ejemplo, una cerveza de 35 IBU's con una formulación en donde se emplee únicamente malta base, puede ser mucho más amarga que una de 70 IBU's con una formulación que incluya varias maltas de especialidad.

A esto también se suman otras variables como la edad de los lúpulos, los tiempos de agregar el lúpulo en el cocimiento el tipo de fermentación y por ende la temperatura y tiempo de cocción. El amargor reflejado en el lote experimental elaborado, representa un sabor muy sutil en la cerveza, pero se perciben varios aromas característicos del lúpulo que se utilizó.

Este parámetro cuantificable a pesar de la variación de aspectos sensoriales que tiene, representa una nota importante para la caracterización de la cerveza, si bien, no hay alguna legislación que obligue a los cerveceros a reportar éste parámetro en sus etiquetas; razón por la cual en las cervezas industriales no todas hacen alusión a ésta característica, los microcerveceros que tienen una gama más amplia y que a veces resulta el nivel de amargor la característica que diferencia a su cerveza artesanal del resto, debería de considerarse la aportación del dato en las etiquetas, para que el consumidor tuviera más información a la hora de adquirir los productos de su preferencia.

## **6.8 Concentración de etanol (Cromatografía de gases)**

La referencia de éste método es tomada del *Analytica-EBC en la metodología 9.2.4 Etanol en cerveza por Cromatografía de Gases*, en el cual el principio es en el que una muestra desgasificada y filtrada de cerveza se va a calcular el porcentaje de etanol con las áreas de las curvas que se logren obtener de cada muestra.

### **6.8.1 Fundamento**

Como se mencionó anteriormente, la fermentación es el proceso mediante el cual la levadura transforma los azúcares provenientes del mosto, en etanol y dióxido de carbono. Dependiendo del tipo de cerveza que se quiera preparar, la fermentación puede tener ligeras variaciones.

La levadura es un hongo unicelular capaz de transformar los azúcares en alcohol. Existen dos tipos de levadura principales para la elaboración de cerveza: *Saccharomyces Cerevisiae*, utilizada ampliamente para fermentar vino y cerveza desde tiempos inmemoriales; y *Saccharomyces pastorianus*, un híbrido que se originó de las levaduras *Saacharomyces Cerevisiae* y de la *Saccharomyces Eubayanus*.

Dependiendo del tipo de levadura y condiciones de fermentación, las cervezas se puede dividir en tres grandes familias: las de alta fermentación, conocidas como *Ale*, las de baja fermentación, conocidas como *Lager* y las de fermentación mixta, conocidas como Lámbicas.

Las cervezas de “alta fermentación” se fermentan a una temperatura que oscila entre los 15 -18 °C. Estas cervezas forman parte de la familia de las *Ale*. Por otro lado, las cervezas de “baja fermentación” suelen fermentarse a temperaturas que van de los 10 – 12 °C. Estas cervezas pertenecen a la familia de las “Lager”.

A pesar de ser un proceso estandarizado por muchas cervecerías alrededor del mundo, la fermentación es un proceso que requiere de estudios especializados, y la disciplina que se dedica a su investigación se llama Zimología. Se trata de una ciencia que estudia el proceso bioquímico de la fermentación para darle un uso práctico, que en general está relacionado a la industria alimenticia.

#### Equipos

- Cromatógrafo gases,
- Columna cromotográfica: 2 metros x 2 mm, empacada.



Fig. 34. Cromatógrafo de gases.

➤ Condiciones cromatográficas.

Temperatura: 115 °C

Temperatura del inyector: 150 °C

Temperatura del detector: 200 °C

Gas acarreador: Nitrógeno

Flujo del gas acarreador: 45 ml/min.

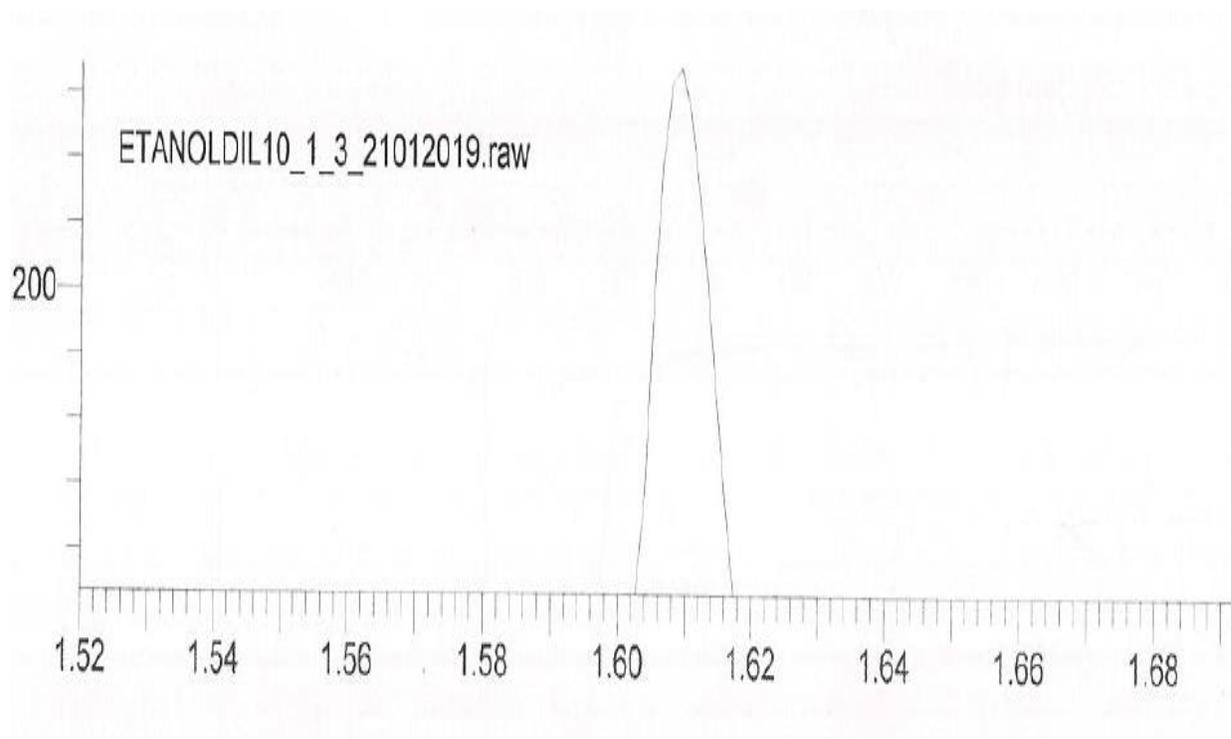
Reactivos

- Etanol

Metodología para la prueba en cerveza.

- I. De las muestras a analizar  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  se filtran por membrana de 0.22  $\mu$ .
- II. Tomar de 1  $\mu$ L a 2  $\mu$ L con la jeringa de inyección para el cromatógrafo de gases.
- III. Analizar con el equipo y graficar.
- IV. Una vez obtenida la curva de calibración, por regresión lineal obtener las concentraciones del etanol en cada muestra.

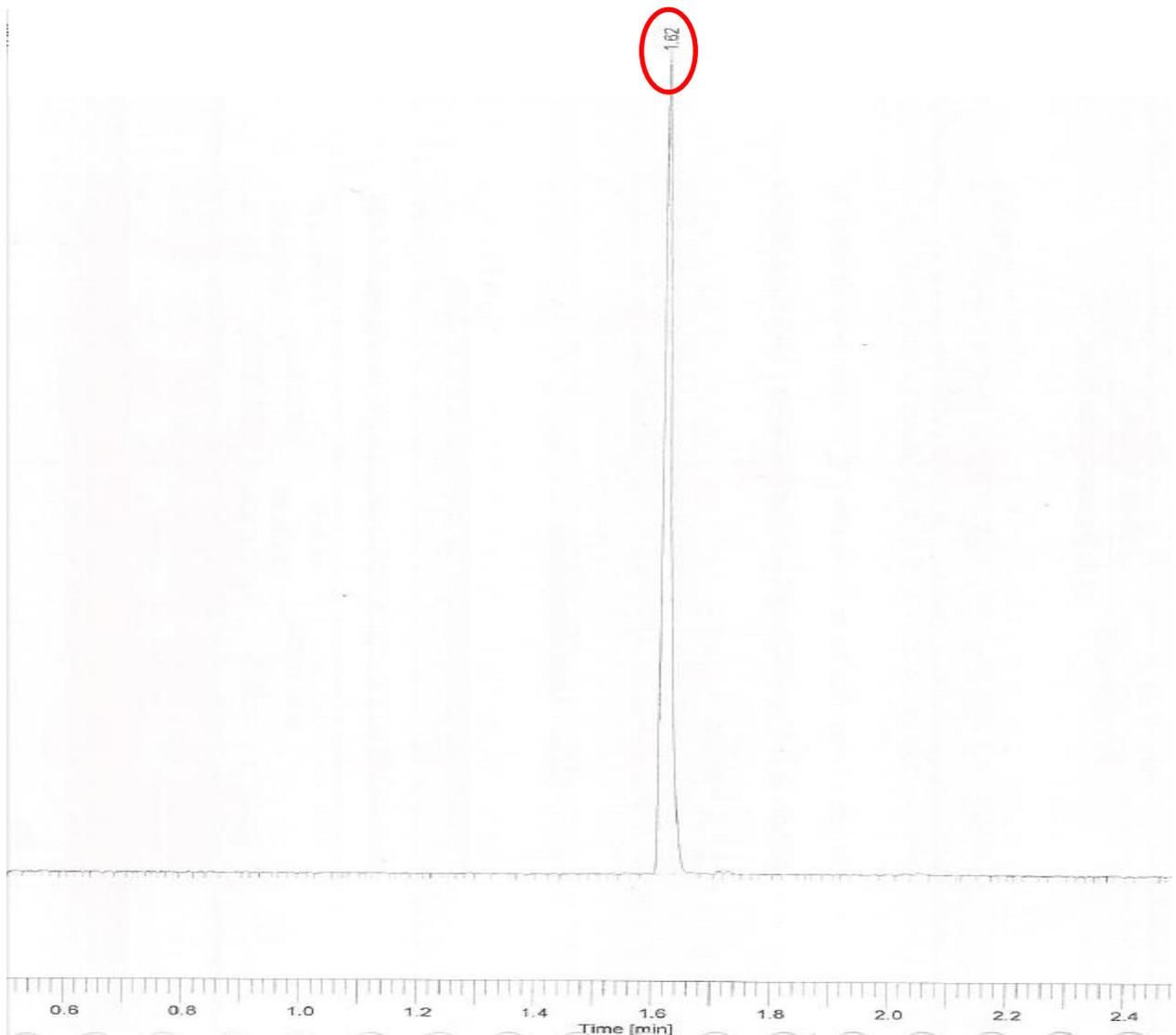
### 6.8.2 Resultados.



Cromatograma 1 Curva patrón de etanol.

Muestras	[ETOH%]
t <sub>0</sub>	0.2
t <sub>1</sub>	4.8
t <sub>2</sub>	12.0
t <sub>3</sub>	12.1

Tabla 16. Contenido de etanol del lote experimental.



Cromatograma 2.  $t_3$  del lote experimental.

### 6.8.3 Análisis de Resultados.

El método más común para determinar el contenido de alcohol de la cerveza, es comparar la densidad del líquido antes y después de fermentar, metodología que se emplea con mayor frecuencia en este campo de los cerveceros artesanales, por ser de las metodologías más sencillas y económicas que hay.

Siendo que la concentración de etanol es uno de los parámetros fundamentales, se ha detectado que muy pocos de los cerveceros artesanales logran reportar en

sus etiquetas. Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se observa que la fermentación se lleva de manera adecuada y que lo que se obtiene resulta ser lo esperado pues hay presencia de etanol que va aumentando de manera gradual conforme la fermentación continúa, manteniéndose casi la misma cantidad una vez que ésta concluye. Lo cual se corrobora tanto en la curva de calibración como en el  $t_3$  del lote experimental, presentándose en ambos casos, que el tiempo de retención es el mismo.

Dato importante que se debería de considerar para el etiquetado del producto final, debido que para los consumidores es uno de los parámetros que buscan que estén reportados. La pregunta crítica para los microcerveceros es cómo conocer la cantidad de etanol que está presente en la cerveza. Sin embargo, debido al deficiente equipamiento y/o al poco recurso económico que existe, se busca diferentes salidas para resolverlo y tener una aproximación teórica, pero como se ha venido detallando en cada metodología, un dato aproximado no resulta ser suficiente para lograr un control de calidad adecuado para la cerveza.

## 7. Capítulo 2. Control de Calidad

La calidad de una cerveza se mide conforme a un conjunto de características sensoriales que incluyen apariencia, aroma, sabor y cuerpo. Estos indicadores de la calidad construyen un perfil sensorial específico de su marca y es lo que los consumidores de cerveza artesanal esperan disfrutar de su cervecería.

Mantener y preservar una calidad consistente fomentan cierta lealtad hacia la marca. Comprender la manera en que el perfil sensorial de la cerveza se pueda deteriorar con el tiempo es crucial para brindar un producto fresco. La reputación y el éxito obtenido del cervecero artesanal dependen de la habilidad para ofrecer siempre un producto que satisface al consumidor.



Fig. 35. Control de Calidad.

Fuente: <https://aweita.larepublica.pe/cooltura/3219-como-reconocer-una-cerveza-de-buena-calidad>

La estabilidad de la cerveza puede dividirse en tres categorías: la estabilidad física, la estabilidad microbiológica y la estabilidad sensorial.

Éste trabajo se enfoca totalmente a verificar la calidad físico-química del producto, cuidando y respetando la estabilidad sensorial, es por ello que en el capítulo pasado se detallaron algunas pruebas sugeridas para llevar un control de la cerveza, sin embargo no se debe descartar el cuidado y la calidad de otro de los ingredientes principales de esta bebida; el agua, su composición y el tratamiento que se debe tener para desarrollar cada estilo de cerveza, cumpliendo las especificaciones y controles que están declarados en la NOM-127-SSA1-1994.

La cerveza es un producto que se degusta con todos los sentidos: el sabor y aroma; la apariencia, incluyendo color, claridad, carbonatación y la espuma, resaltando cada atributo de la misma, no obstante existen algunos defectos que son los que suelen presentarse con cierta frecuencia.

➤ Turbidez y precipitados.

La cerveza clarificada puede mostrar precipitados ligeros conforme las proteínas y otros compuestos se coagulan. Las cervezas sin filtrar o con un alto contenido de lúpulo podrían ser naturalmente turbias. Esto suele estar acompañado de sabores oxidados y notas rancias, los consumidores pueden ver la turbidez como un problema de calidad y no sólo en los estilos de cerveza naturalmente claros. La estipulación de “fechas de elaboración” o “fechas de caducidad” fueron establecidas por las cervecerías en respuesta a problemas relacionados con este defecto. En la actualidad, el deterioro del sabor probablemente sea notado por los consumidores antes de que aparezcan precipitados antiestéticos, sin embargo, este factor de calidad no debe ser pasado por alto durante la cadena de distribución.

➤ Color y claridad de la cerveza.

El color, algunas veces reflejado con intensidad, se define por varios factores y con ellos se definen muchos estilos, tratando de cubrir las expectativas. Algunas cervezas pueden ser turbias por diseño como las cervezas de trigo, algunas cervezas fermentadas en botella, si el sedimento de levadura se perturba y, ocasionalmente, las cervezas con alto contenido de lúpulo en seco “*dry hopping*”.

➤ Espuma de la cerveza.

La mayoría de los consumidores esperan que la cerveza tenga una espuma atractiva y abundante, que se mantenga estable y que decore y se adhiera a las paredes del vaso. La espuma atrapa los sabores volátiles para que no escapen tan pronto a la atmósfera, enaltecendo la percepción global del sabor.

➤ Aroma de la cerveza.

Los aromas se definen por proceso, materia prima, integridad de la cerveza y estilo, La manipulación brusca durante la distribución de la cerveza o la suciedad en líneas de servido pueden conducir a aromas no deseables. La temperatura correcta al servir y el nivel de carbonatación afectan la volatilidad, la liberación del aroma y la percepción de la cerveza.

➤ Carbonatación de la cerveza.

El dióxido de carbono es el gas natural de la fermentación y más comúnmente utilizado, aunque mezclas de dióxido de carbono/nitrógeno se utilizan para algunos estilos y podrían alterar las sensaciones táctiles, la volatilidad/liberación de los componentes de sabor y la percepción visual.

➤ Cuerpo y balance.

La cerveza produce sensaciones al contacto con la boca, las cuales se describen como; delgada/acuosa, percibiendo notas de alcohol y sensaciones gaseosas por la efervescencia. El balance de sabor también incluye las notas dulces/maltosas y

la sequedad/amargura del lúpulo; cualidades que varían considerablemente conforme al estilo.

➤ Sabor de la cerveza.

El sabor de la cerveza es una combinación de sus componentes, que trabajan en conjunto para formar el sabor global. Los consumidores esperan que la cerveza mantenga un sabor consistente fiel al tipo y fiel a la marca. Hay muchas características y propiedades de la cerveza que pueden ser controladas para minimizar el deterioro de la calidad en general.

La cerveza es susceptible al daño y la descomposición debido a la luz, la temperatura, a un mal proceso y a una pobre higiene. No obstante, también resulta importante el seguimiento que se da en la cadena de distribución.

## **7.1 Comparación experimental.**

Con el fin de hacer una comparación con las cervezas existentes en el mercado tanto las que son industrializadas así como las que son artesanales. Las cervezas adquiridas, fueron compradas en una tienda de auto-servicio, del grupo Wal-Mart®, las fotografías de las botellas se encuentran más adelante en el anexo II.

De acuerdo a las metodologías anteriormente descritas para lograr una caracterización de los productos, se realizaron algunas pruebas tanto a las cervezas industrializadas como a las artesanales, para verificar si existen coincidencias entre lo que se reporta y lo que experimentalmente se obtiene.

### **7.1.1 Color en cerveza**

Se tomó por referencia los métodos 4.7.1, 4.5.1 y 4.6 según *Analytica EBC*, en dónde el principio es que de un mosto filtrado y claro se determina el color midiendo la absorbancia a 430 nm y multiplicando por el factor apropiado según la escala de color, se siguió la metodología propuesta para el punto *6.4 del capítulo 1* del presente trabajo.

- Resultados

Marca	Estilo reportado	Abs corregida	EBC	Color	SRM	Color	Estilo obtenido
Siete siete siete	Pilsner Lager (EBC: 4 SRM:2)	3.437	86	80	44	40	Imperial Stout
Cirquera	Porter (EBC:47 SRM:24)	3.212	80	80	41	40	Imperial Stout
Michelob	Dark Lager (EBC:33 SRM:17)	0.896	22	22	11	11	Viena Lager
Alimaña	Cream Stout (EBC:57 SRM:29)	2.000	50	48 52	25	25	Irish Dry Stout
Rey de Diamantes	Pale Ale (EBC:12 SRM:6)	2.337	58	56 60	30	30	Stout
Noche Buena	Bock (EBC:39 SRM:20)	1.721	43	42 48	22	22	Brown Ale
Pacífico 1:10	Pilsner (EBC: 8 SRM:4)	0.024	6	6	3	3	Blonde Ale
XX ámbar	Viena Lager (EBC:20 SRM:10)	0.975	24	24	12	12	Double IPA
Victoria 1:10	Viena (EBC:33 SRM:17)	0.080	20	20	10	10	English Bitter

Tabla 17. Color en cervezas industrializadas y artesanales.

## 7.2 Análisis de resultados

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las cervezas artesanales están realmente muy lejanas del número de las escalas, del estilo que están reportando en la etiqueta, no sólo porque presenten un color tan diferente, también en algunos casos, la turbidez muy evidente, dificultaba la lectura en el espectrofotómetro, que aunque se sometieron a centrifugación, filtración y dilución resultó muy complejo el ajuste para la lectura. Si bien, las cervezas industrializadas no cumplen en su totalidad con el estilo reportado, el valor de las escalas no es tan diferente al que debería tener, esto sin duda puede reflejar el esmero en el control de calidad que existe en las plantas de elaboración de los

dos grupos de empresas transnacionales (ABInBev-Grupo Modelo y Heineken-Cuauhtemoc/Moctezuma), para garantizar el producto y cumplir las expectativas de los consumidores. Al comparar los dos grupos de cervezas (industrializadas y artesanales) se observa drásticamente una diferencia entre ambas, dejando en claro que con las artesanales no se lleva un control estricto y que se basan y ajustan con base a la experiencia y ejercicios empíricos.

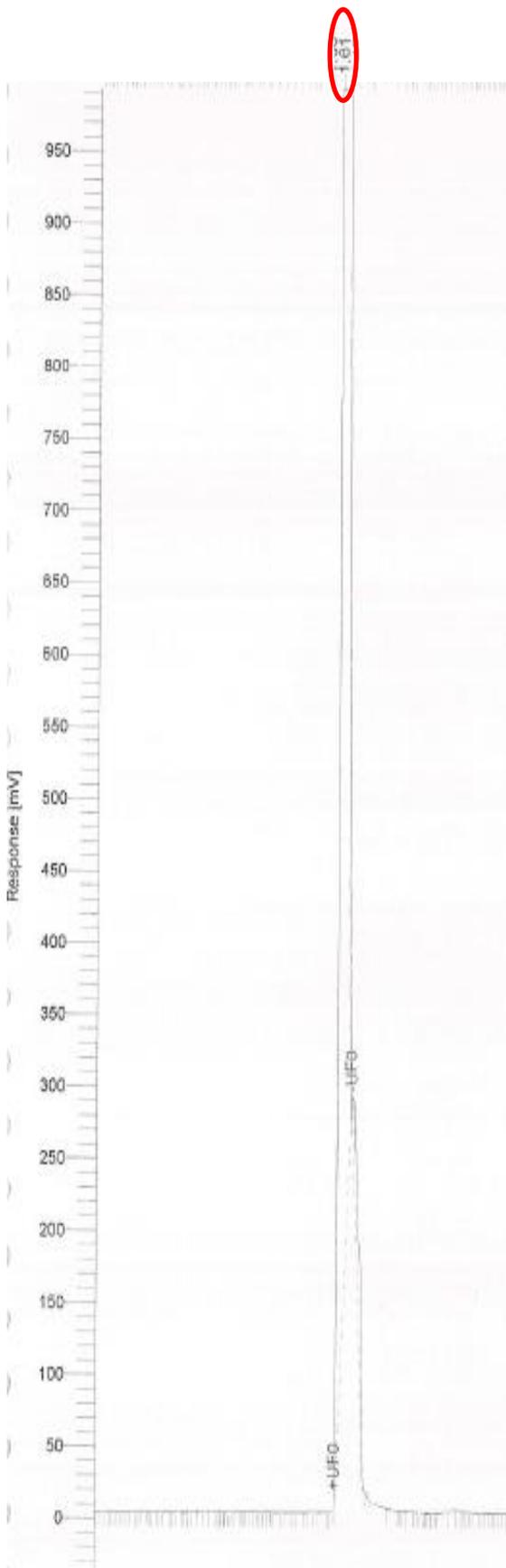
### 7.2.1 Contenido de etanol. Cromatografía de gases.

La referencia de éste método es tomada del *Analytica-EBC en la metodología 9.2.4 Etanol en cerveza por Cromatografía de Gases*, en el cual el principio es en el que una muestra desgasificada y filtrada de cerveza se va a calcular el porcentaje de etanol con las áreas de las curvas que se logren obtener de cada muestra, la metodología experimental que se siguió fue la descrita en el *punto 6.8 del capítulo 1*.

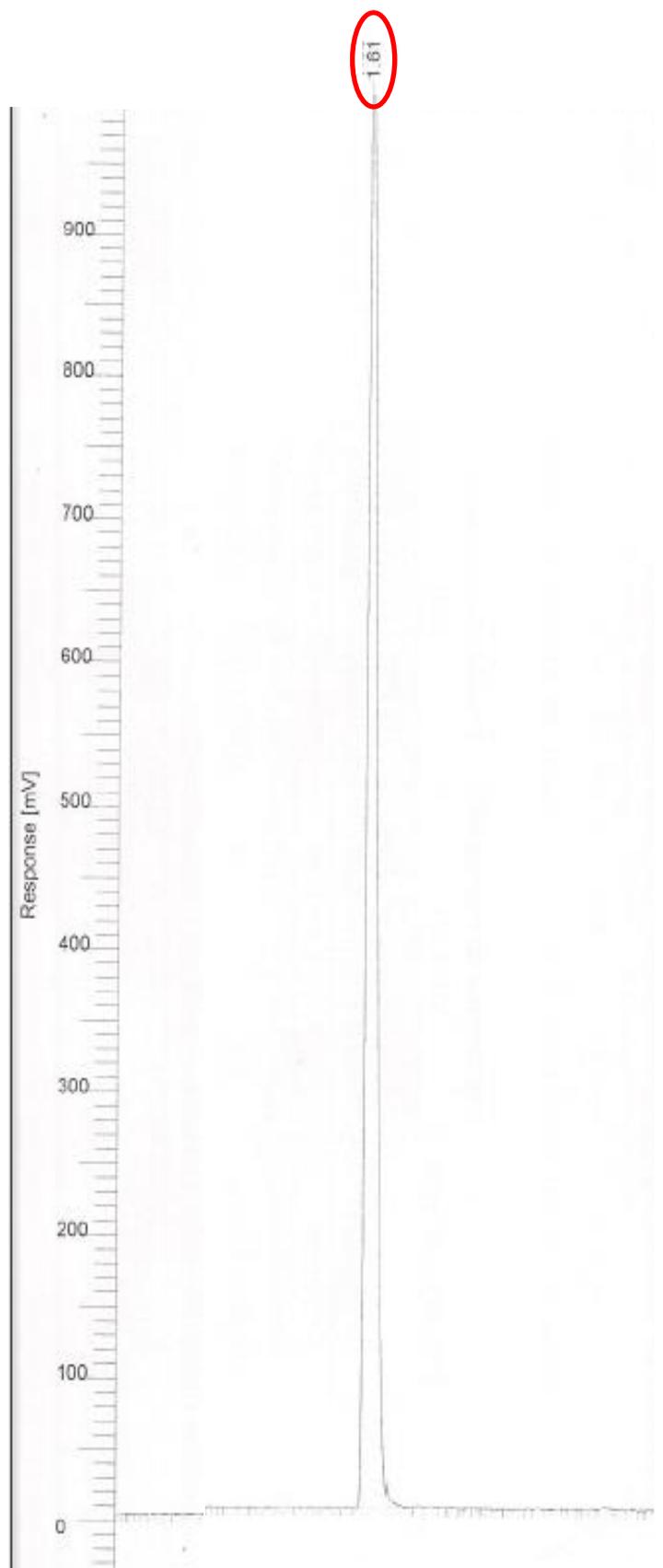
- Resultados.

Muestras	[ETOH %] experimental	[ETOH %] etiqueta
Barrilito	2.9	3.6
León	6.2	4.5

Tabla 18. [ETOH %] cervezas industriales



Cromatograma 3. Cerveza Barrilito®



Cromatograma 4. Cerveza León®

## 8. Análisis.

Como se muestran en los cromatogramas 3 y 4 en donde se cuantificó la concentración de etanol de las cervezas Barrilito<sup>®</sup> y León<sup>®</sup> se observa en primera instancia, que el tiempo de retención es el mismo tanto en la curva de calibración como en el cromatograma del lote experimental descrito en el punto 6.8 del capítulo 1.

Con respecto al análisis de los resultados experimentales en cuanto al contenido de etanol, se observa que sólo en la cerveza Barrilito<sup>®</sup> existe una diferencia mínima entre el valor experimental obtenido y el que está reportado en la etiqueta, siendo la cerveza León<sup>®</sup> la que presenta un valor experimental diferente al que se reporta.

Para esta determinación y para corroborar la metodología experimental, se optó por evaluar cervezas industriales que tuvieran un control de calidad para el producto terminado, debido a que las cervezas artesanales no siempre reportan el porcentaje de etanol con metodologías en donde se obtengan datos cuantitativos, si no que utilizan algunos datos teóricos para llegar a un valor aproximado.

Se eligió este dato, debido a que resulta uno de los de mayor importancia para la caracterización del producto terminado, siendo de los pocos datos que los cerveceros reportan en sus etiquetas.

### **8.1 Registros de control.**

Como se ha establecido, la calidad de la cerveza es, dentro del sentido más amplio, la suma de todas aquellas características que permiten que un producto satisfaga los requerimientos del mercado, resultando atracción y satisfacción de los consumidores a quienes está dirigido.

Las consideraciones de la calidad de la cerveza son diversas, en primer lugar, las propiedades físicas y químicas que estén plenamente dentro de los niveles generalmente aceptados y que, no obstante, sea totalmente inaceptable en su sabor, misma que se encuentra en los ojos, nariz, boca y mente del consumidor.

De una forma subjetiva, la investigación del mercado puede dar algo de orientación, pero, frecuentemente le corresponde al personal técnico interpretar los deseos del sector del mercado al cual está dirigido un producto específico.

La calidad de la cerveza naturalmente presupone la ausencia de aspectos reconocidos generalmente como indeseables, Broderick toma en consideración cuatro aspectos descriptivos los cuales hay que cuidar.

- ✓ **Perfiles de sabor.** El cual trata de describir en palabras el sabor de una cerveza usando una terminología adecuada y acordada.
- ✓ **Referencias de sabor.** Muchas veces se usa referencias de sabor que provienen de fuera del campo de la cervecería, por esto el objetivo resulta igualar un producto existente en otra planta.
- ✓ **Descripciones Químicas y Físicas.** Representando los requerimientos de los cuerpos regulatorios, conformado por parámetros analíticos usados comúnmente para describir una cerveza y que pueden ser medidos convenientemente en la tarea de asegurar la calidad.
- ✓ **Especificaciones de materias primas y del proceso.** Términos descriptivos muy útiles, para definir calidades de la cerveza que no resultan fáciles de describir en términos químicos o en cualquier otro término medible, ya que resulta más enriquecedor decir cómo se hace la cerveza que una página de datos analíticos.

Fabricar una cerveza de calidad y conseguir que llegue al consumidor en su mejor estado, requiere una serie de compromisos conjuntando varias consideraciones; los antecedentes de algunos de ellos ya han sido vistos y existen amplias referencias de algunos de ellos en la literatura. Un producto debe satisfacer sus especificaciones analíticas y de sabor, teniendo en cuenta que cualquier desviación debe considerarse como un defecto.

Según Broderick, a la Calidad le compete el muestreo, la inspección, el análisis, la cata, evaluación, información y registro de los insumos, los productos en proceso, productos terminados y el empaque; aunque lo que se persigue es una calidad más sofisticada que ofrezca una consolidación técnica y liderazgo, a tal grado que se pueda encargarse de las especificaciones y desarrollo del producto y del proceso, que funja como un enlace con las entidades reguladoras para ampliar la comercialización y producción.

Teniendo en cuenta, que se debe contar con registros previos para tener un seguimiento completo y así obtener datos analíticos, que permitan caracterizar el producto y asegurar la calidad, se propone una guía de lo que se podría utilizar como registro en las cervecerías, direccionada a microcerveceros que les serviría como una buena base para implementar mejoras y tener control sobre su proceso. Los registros que se proponen son cuatro, cada uno busca un fin y objetivo diferente.

- a) **Registro de insumos cerveceros.** Busca tener una descripción rápida de las materias primas utilizadas en cada lote y saber si algún insumo utilizado, presenta algún tipo de defecto que resulte de interés.
  
- b) **Formulación y proceso.** Registros que concentran la información vital tanto de la formulación, así como del seguimiento del proceso durante la elaboración.

- c) **Seguimiento de fermentación.** Tomando en cuenta los monitoreos realizados durante la etapa de fermentación, este registro pretende tener algunos datos analíticos concentrados, para tener un control y visualizar el progreso de la fermentación.
  
- d) **Caracterización de producto terminado.** Pretende contar con los datos analíticos que le permitan al cervecero realizar una caracterización del lote que se elaboró.

<b>Registro de insumos cerveceros</b>					
<i>Fecha</i>	<i>Lote</i>	<i>Estilo</i>	<i>Elaborado por:</i>		
Agua	Lote	Observaciones			
Malta Base	Lote	Observaciones			
Maltas Especiales	Lote	Observaciones			
Lúpulo	Lote	Observaciones			
Levadura	Lote	Observaciones			

Tabla 19. Registro de insumos cerveceros.

<b>Formulación</b>						
Malta Base (Kg)	Malta Especial (Kg)	Lúpulo (g)	Levadura (g)			
Volumen de agua	Observaciones					
<b>Proceso</b>						
		Tiempo		Temperatura		
	Inicial	Final	$\Delta t$	Inicial	Final	$\Delta T$
<b>Proteólisis</b>						
<b>Sacarificación</b>						
<b>Pasteurización/ Lupulado</b>						
<b>Fermentación</b>						
<b>Vo. Bo.</b>					<b>Fecha</b>	

Tabla 20. Formulación.

<b>Seguimiento de fermentación</b>						
Lote			Estilo			
Observaciones						
	Fecha	Azúcares reductores	°Bx	pH	Densidad	Revisó
T(0)						
T(1)						
T(2)						
T(3)						
T(4)						
T(5)						
T(6)						
T(7)						
T(8)						
					<b>Vo. Bo.</b>	
					<b>Fecha</b>	

Tabla 21. Seguimiento de fermentación.



## 8.2 Normativa vigente.

La legislación en nuestro país destinada al sector de la industria cervecera no tiene un referente muy significativo, el ámbito legislativo ha desarrollado muy poco en cuanto a producción, procesos y control de calidad se refiere.

La última actualización de normativa se realizó en 2017 con la norma **NOM-199-SCFI-2017**, *Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*, en dónde las especificaciones para cerveza como producto terminado solo conjuntan.

ESPECIFICACIONES	LÍMITES	
	Mínimo	Máximo
Contenido de alcohol a 20 °C (% Alc. Vol.)	2	20
Metanol (mg/100 ml de alcohol anhidro)	-	300
Acidez Total (como ácido láctico en g/l)	-	10
pH	2,5	5
Plomo (mg/l)	0	0,5
Arsénico (mg/l)	0	0,5

Tabla 23. Especificaciones de la NOM-199-SCFI-2017

La normativa, se ha profundizado un poco más en cuanto a materia prima se refiere, sin embargo, la legislación para cerveza en sí, está muy poco estructurada, el tema abordado en el presente trabajo pretende dar pie a la base de una nueva normativa que permita la regulación tanto del proceso como las especificaciones que en producto terminado se deben cumplir, para asegurar un producto de calidad.

El ámbito de microcervecías no posee una regulación estricta que seguir, razón por la cual muchas de las cervezas artesanales no cuentan con un control de calidad en sus productos.

## 9. Conclusiones

- La deficiencia marcada en el ámbito de los cerveceros artesanales, con lo que a calidad se refiere, ha traído cierta variabilidad en algunos productos del mercado, lo cual los deja por debajo de los estándares de calidad que el consumidor espera.
- Hacer una selección de pruebas estratégicas que logren establecer la base para llevar un control de calidad adecuado, resulta fundamental para el progreso tanto de los cerveceros, como de la industria cervecera artesanal en el país.
- El poder diastásico tiene como efecto, brindar al cervecero un panorama enzimático de cada una de las maltas empleadas en la formulación. El proceso de cocimiento, así como un correcto seguimiento de la temperatura y el tiempo para hacer de la proteólisis y/o sacarificación adecuadas, hará una cerveza con las características necesarias para respetar el estilo que se esté buscando, ya que de aquí depende la cantidad de azúcares fermentables o no fermentables que estén presentes en el mosto.
- La característica física de color tanto en mosto como en producto terminado, resulta una de las peculiaridades con mayor importancia dentro de la bebida. Tanto el uso de maltas para lograr cierta tonalidad, así como el proceso y el almacenamiento, terminan por complementar el tratamiento de cuidado del color, ya que resulta un defecto considerable que haya variabilidad entre diferentes lotes del mismo estilo de cerveza, lo que demuestra un proceso de calidad deficiente; defecto que se presenta con recurrencia en los cerveceros artesanales.
- Los sólidos solubles terminan por ser tanto una prueba rápida para llevar un monitoreo del progreso de la fermentación así como para corroborar la cantidad de azúcares fermentables y el contenido de etanol en la cerveza.
- La determinación de IBU's en cerveza, es una metodología que sirve para cuantificar el grado de amargor, sin embargo, se está considerando que se

debe de incluir otros compuestos provenientes de otros componentes de la cerveza, ya que los  $\alpha$ -ácidos presentes en el lúpulo, no son los únicos compuestos que le proporcionan el amargor. No obstante el método funciona para estandarizar los procesos de los microcerveceros, característica que se debe de considerar para la identificación de los estilos correspondientes.

- La cuantificación de etanol, es una determinación imprescindible para la caracterización de las cervezas, es uno de los parámetros de mayor interés tanto en los microcerveceros como en los consumidores, razón por la cual una metodología que permita una cuantificación confiable es necesaria para el reporte en las etiquetas.
- El reforzamiento de la cultura cervecera en la sociedad es otro factor benéfico para que la industria cervecera y sobre todo para que la cerveza artesanal siga teniendo un crecimiento a futuro, así como los programas que hacen y fomentan un consumo responsable en los consumidores, crenado concientización social para erradicar el consumo de alcohol en menores de edad.
- El valor del mercado cervecero de México ha crecido, en 2022 los números muestran el total vendido en los primeros cinco meses del año, 5 mil 708 millones de litros de cerveza lo que corresponde a un valor de mercado de 20 mil 250 millones de dólares anuales, este inminente crecimiento de la industria, da pauta para pronosticar mejoras notables.
- Pese al crecimiento, es inevitable y muy perceptible la carencia en cuanto a calidad se refiere, de un gran número de las cerveceras artesanales, con respecto a las cervecerías industriales. La implementación de registros, controles y pruebas; normas y guías de calidad que faciliten la mejora y la repetibilidad de los procesos, así como la inminente participación de profesionales de la ciencia y la tecnología de alimentos, para sumar a los proyectos cerveceros existentes y para la colaboración de la creación de otros nuevos, serán piezas fundamentales para el crecimiento de la industria cervecera en México.

## 10. Bibliografía

Ángeles, A. y Zúñiga E. (2018). La cerveza artesanal mexicana, con todo para crecer. [versión electrónica]. Forbes México. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <https://www.forbes.com.mx/cerveza-artesanal-mexicana-con-todo-para-crecer/>.

Aguilar Lazcano, Giovanna (2014). Propuesta de norma para la cerveza en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Brewers Association. Guía de buenas prácticas de producción, distribución y comercialización para la cerveza artesanal de calidad. Brewers Association Export Development Program. 4-14.

Briggs, D. E. et al. (1997). Malting and Brewing Science. Volumen I Malt and sweet Wort. (2ª edición). USA. Chapman & Hall.

Broderick, Harold M. (1977). El cervecero en la práctica. (2ª edición). Lima; Perú. Asociación de Maestros Cerveceros de las Américas.

Celis, Fernanda. (2018). La producción de cerveza seguirá creciendo en México. [versión electrónica]. Forbes México. Recuperado el 13 de noviembre de 2018, de <https://www.forbes.com.mx/produccion-de-cerveza-seguira-creciendo-en-mexico/>.

Cortés González, Alejandro. (2015). Determinación de unidades internacionales de amargor y contenido fenólico total en cervezas artesanales mexicanas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuellar, Luis. (2017). La maceración y su influencia en la extracción de azúcares para una fermentación ideal. [versión electrónica]. Cerveza artesanal. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de <https://www.cerveza-artesanal.co/la-maceracion-y-su-influencia-en-la-extraccion-de-azucares-para-una-fermentacion-ideal/#more-1960>.

Deloitte. (2017). La cerveza artesanal una experiencia multisensorial. [versión electrónica]. Galaz, Yamazaki, Ruiz Urquiza, S.C. 6-17.

Gigliarelli, Pablo. (2008). El color de la cerveza. [versión electrónica]. Revista Mash. Recuperado el 9 de abril de 2019, de <https://www.revistamash.com/2017/detalle.php?id=350>.

INEGI. (2016). Estadísticas a propósito de... la actividad de Elaboración de cerveza.

Laboratorio de Alimentos I. Departamento de Alimentos y Biotecnología. Facultad de Química. (2007). Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos (2007-2008). Universidad Nacional Autónoma de México.

Mares, Marco A. (2018). México, cervecero del siglo 21. El Economista. Recuperado el 1 de diciembre de 2018, de <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Mexico-cervecero-del-siglo-21-20180605-0036.htm/>.

Monsalvo Franco, Lilia Mónica. (2010). A partir del programa HACCP establecer los indicadores clave en el proceso de elaboración de cerveza. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Montes de Oca Sicilia, Fernando. (2015). El origen de la cerveza [versión electrónica]. Algarabía. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de <http://algarabia.com/ideas/el-origen-de-la-cerveza/>.

Noguez, Octavio. (2017). El mercado de cerveza en el mundo. [Versión electrónica]. Merca 2.0 mercadotecnia, publicidad, medios. Recuperado el 1 de abril de 2019, de <https://www.merca20.com/el-mercado-de-cerveza-en-el-mundo/>.

NOM-142-SSA1/SCFI-2014, Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial. Diario Oficial de la Federación, México, 23 de marzo de 2015.

NOM-199-SFCI-2017, Bebidas Alcohólicas. Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación, México, 30 de octubre de 2017.

Quiroga Fernández, Maribel (2017). Cerveceros de México y el INEGI [versión electrónica]. Forbes México. Recuperado el 3 de abril de 2019, de <https://www.forbes.com.mx/cerveceros-de-mexico-y-el-inegi/>.

Quiroga Fernández, Maribel (2018), Un gran año para nuestra industria cervecera [versión electrónica]. Forbes México. Recuperado el 11 de junio de 2019, de <https://www.forbes.com.mx/un-gran-ano-para-nuestra-industria-cervecera/>.

Rebolledo, Ruy Alfonso. (2017). México, ¿una potencia en cervezas artesanales? El Economista. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.economista.com.mx/empresas/Mexico-una-potencia-en-cervezas-artesanales-20170617-0016.html>.

Reyna, María del Carmen. (2017). Apuntes para la historia de la cerveza en México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. Secretaria de Cultura.

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

Villareal, Rogelio. (2015). El que inventó la cerveza fue un hombre sabio. [versión electrónica]. Replicante Cultura crítica y periodismo digital. Recuperado el 13 de noviembre de 2018, de <https://revistareplicante.com/el-que-invento-la-cerveza-fue-un-hombre-sabio/>.

Cerveza Mexicana, líder en exportación en el mundo (2018). Cerveceros de México. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <http://cervecerosdemexico/2018/09/11/cerveza-mexicana-lider-en-exportacion-en-estados-unidos-y-el-mundo/>.

El “beer moment” que la industria cervecera quiere aprovechar (2018). [versión electrónica]. Manufactura. Recuperado el 18 de abril de 2019, de <https://manufactura.mx/industria/2018/08/01/las-razones-que-tiene-mexico-para-celebrar-el-dia-mundial-de-la-cerveza>.

El mercado global de la cerveza continúa sorprendiendo (2017). Industria Alimenticia. Recuperado el 1 de abril de 2019, de <https://www.industriaalimenticia.com/articulos/88857-el-mercado-global-de-la-cerveza-continua-sorprendiendo>.

Estado de la industria cervecera en México. Cerveceros de México. Recuperado el 1 de abril de 2019, de <https://cervecerosdemexico.com/estado-de-la-industria/>.

IBU en la cerveza, qué es el índice de amargor y cómo calcularlo. [versión electrónica]. The Beer Times, Recuperado el 11 de abril de 2019, de <https://www.thebeertimes.com/como-calcular-el-amargor-ibu-de-una-cerveza/>.

La fermentación, el paso esencial para hacer cerveza (2018). Cerveceros de México. Recuperado el 14 de abril de 2019, de <https://cervecerosdemexico.com/2018/09/14/la-fermentacion-el-paso-esencial-para-hacer-cerveza/>.

Las cervezas artesanales en México. (2018). Cerveceros de México. Recuperado el 2 de diciembre de 2018, de <https://cervecerosdemexico.com/2018/11/06/las-cervezas-artesanales-en-mexico/>.

Procesos. (2011). Asociación de Cerveceros Caseros Españoles. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de <http://cerveceros-caseros.com/index.php/procesos/127-dale-cuerpo-a-tu-cerveza>.

Producción de cerveza en México. (2018). El Economista. Recuperado el 1 de diciembre de 2018, de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Produccion-de-cerveza-en-Mexico-20180322-0050.html>.

Producción de cerveza en México vive su mejor momento en 10 años. (2017). [versión electrónica]. Forbes México. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de <https://www.forbes.com.mx/produccion-de-cerveza-en-mexico-vive-su-mejor-momento-en-10-anos/>.

¿Cervezas gourmet? (2009). Excelencias Gourmet. Recuperado el 3 de abril de 2019, de <https://www.excelenciasgourmet.com/es/noticia/cervezas-gourmet>.

¿Cómo le va a la cerveza en México? (2018). El Universal. Recuperado el 16 de abril de 2019, de <https://www.eluniversal.com.mx/menu/como-le-va-la-cerveza-en-mexico>.

¡Felicidades cerveceros mexicanos!, llegamos a los 105 millones de hectolitros. (2017). Cerveceros de México. Recuperado el 1 de diciembre de 2018, de <https://cervecerosdemexico.com/2017/05/04/felicidades-cerveceros-mexicanos-llegamos-a-los-105-millones-dehectolitros/>.

¿Qué es el IBU y cuál es su impacto en la cerveza? (2017). Cerveceros de México. Recuperado el 11 de abril de 2019, de <https://cervecerosdemexico.com/2017/06/29/que-es-el-ibu-y-cual-es-su-impacto-en-la-cerveza/>.

#Sabíasque: 1542, el año en el que la cerveza llegó a México. (2017). Cerveceros de México. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de <https://cervecerosdemexico.com/2017/07/15/sabiasque-1542-el-ano-en-que-la-cerveza-llego-a-mexico/>.

ANEXO I: MALTAS.



Malta Carapils



Malta Honey



Malta Ahumada



Malta Melanoidin



Malta Pilsen Avangard



Malta Special W



Malta Victory



Malta Chocolate



Malta 2H

ANEXO II: CERVEZAS.



Rey de Diamantes  
Estilo: Pale Ale  
Alcohol: 5.8%



Alimaña  
Estilo: Cream Stout  
Alcohol: 6.6%



Cirquera  
Estilo: Porter  
Alcohol: 5.5%



Michelob  
Estilo: Dark Lager  
Alcohol: 5.2%



Siete Siete Siete  
Estilo: Pilsner Lager  
Alcohol: 6.0%



Noche Buena  
Estilo: Bock  
Alcohol: 5.9%



Pacífico  
Estilo: Pilsner  
Alcohol: 4.5%



XX ámbar  
Estilo: Viena Lager  
Alcohol: 4.7%



Victoria  
Estilo: Viena  
Alcohol: 4.5%



Victoria  
Estilo: Pilsner  
Alcohol: 4.7%



Barrilito  
Tipo: Clara  
Alcohol: 3.4%



León  
Tipo: Oscura  
Alcohol: 4.5%

