



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

**PLAN DE NEGOCIOS PARA MICROCERVECERÍA ARTESANAL DE CERVEZA
DE TEMPORADA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.**

**TRABAJO ESCRITO VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

PRESENTA

LUZ MARÍA GONZÁLEZ CONTRERAS

CDMX

AÑO 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: **Profesor: REYO HERRERA AGUSTÍN**
VOCAL: **Profesor: MONTOYA RAZO MIGUEL**
SECRETARIO: **Profesor: BORGES LOPEZ ALEJANDRO**
1er. SUPLENTE: **Profesor: ENRIQUEZ PEÑA ARTURO**
2° SUPLENTE: **Profesor: RIOS DIAZ SANDRA TERESITA**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ASESOR DEL TEMA:

Alejandro Borges López

SUSTENTANTE (S):

Luz María González Contreras

Índice General

Introducción	6
Objetivo general	7
I. Marco teórico	7
I.I Origen de la cerveza	7
II Historia de la cerveza en México	9
I.III Historia de la cerveza artesanal.....	12
I.IV Definición de cerveza	13
I.V Materias primas.....	14
a. Agua	14
b. Cebada	18
c. Malta	19
e. Levadura	24
f. Adjuntos	28
I.VI Estilos de cerveza.....	28
I.VII Elaboración:.....	33
a. Molienda.....	33
b. Maceración	33
c. <i>Lautering</i> y aspersion	34
d. Pasteurización (ebullición) y lupulado.....	35
e. Fermentación	36
f. Maduración	37
g. Envasado y pasteurización	38
I.VIII <i>Hanal Pixán</i>	39
II. Resumen Ejecutivo	39
II.I Marca.....	39
II.II Misión	39
II.III Visión.....	39
II.IV Valores	40
II.V Organigrama.....	40

II.VI Análisis político, económico, social y tecnológico (PEST)	40
▪ Factores políticos	40
▪ Factores económicos	42
Factores sociales	43
▪ Factores tecnológicos	45
III. Estudio de mercado	47
III.I Análisis de la demanda	47
a. Perfil sociodemográfico	47
b. Perfil psicológico.....	49
III.V Análisis Porter	51
III.VI Análisis FODA.....	55
IV Estudio Técnico	56
IV.I Descripción del equipo a utilizar.....	58
IV.II Descripción del mobiliario de oficina.	61
IV.III Materias primas e insumos:	61
IV.IV Proceso de elaboración de la cerveza ejemplo.....	63
IV.V Inversión inicial	65
V. Estudio financiero	65
V.I Análisis de costos	65
a. Costo de producción:	66
b. Costo de mano de obra	66
c. Costos de administración	67
V.II Estado de resultados.....	68
Conclusiones:	71
Bibliografía	73

Índice de tablas

Tabla 1: Fábricas de cerveza establecidas en México (1890-1922)	11
Tabla 2 Función de los iones presentes en el agua empleada en la elaboración de cerveza	17
Tabla 3: Composición química del lúpulo. traducido y adaptado de Berlitz, 2009.	24
Tabla 4: Características de algunos estilos de cerveza. traducido y adaptado de Berlitz, 2009.....	33
Tabla 5: Temperatura óptima y acción de las enzimas presentes en la malta.	34
Tabla 6: Inversión inicial.....	65
Tabla 7: Producción anual estimada	66
Tabla 8 Producción anual.....	66
Tabla 9 Costos de producción.....	66
Tabla 10 Costos mano de obra	67
Tabla 11 Costos de administración	67
Tabla 12 Precio de producto terminado con margen de ganancia.....	68
Tabla 13 Estado de resultados a 10 años	69
Tabla 14 Cálculo de VAN	70
Tabla 15 Cálculo de TIR.....	71

Índice de Figuras

Figura 1 Pieza histórica que relata el "Himno a Ninkasi"	8
Figura 2. Formación de bicarbonato y carbonato mediante la disolución de CO ₂	17
Figura 3. Formación de bicarbonato y anión hidroxilo mediante rocas (carbonato de calcio)	17
Figura 4 Cebada de 2 hileras y 6 hileras	19
Figura 5 Características de algunas maltas especiales y su modo de obtención.....	21
Figura 6 Temperaturas de malteado y sus diferentes maltas. Traducido y adaptado de Mosher, 2017	22
Figura 7 Isomerización de los α - ácidos del lúpulo	23
Figura 8 Clasificación primaria de las cervezas de acuerdo con las condiciones de fermentación empleadas.	26
Figura 9 Escala SRM para medir el color de la cerveza	30
Figura 10 Perfil de sacarificación.....	34
Figura 11 Aporte de aroma, sabor y amargor en el mosto de acuerdo con el tiempo de hervor de lúpulo	36
Figura 12 Agua renovable por habitante en entidad federativa, 2019.....	45
Figura 13 Distintos estilos elaborados actualmente por cervecerías industriales.....	51
Figura 14 Lugares donde se consume cerveza artesanal. Deloitte 2017.....	53

Figura 15 Principales razones por las que se consume cerveza artesanal54
Figura 16 Imagen satelital obtenida de Google maps mostrando la ubicación de terreno..58

Índice de Diagramas

Diagrama 1: Proceso elaboración de cerveza. Traducido y adaptado de Berlitz, 2009..... 38
Diagrama 2: Organigrama inicial de empresa..... 40
Diagrama 3 Plano básico en 2D sobre la organización de la planta 62
Diagrama 4 Diagrama de flujo proceso de producción 63

Introducción

Pocos saben que el origen de la cerveza se remonta a seis mil años, A.C. en el Oriente Medio, en la región que hoy ocupa Irak, donde era fabricada por los sumerios. A partir de entonces emprendió un largo viaje que, durante varios siglos y numerosos experimentos, la llevarían a perfeccionar su sabor y calidad. Hoy, es una de las bebidas predilectas a nivel mundial, particularmente entre los mexicanos, lo que ha colocado al país en el décimo lugar en el consumo de esta. (INAH, 2013). Actualmente México es toda una estrella en la producción de esta bebida, pues en 2018 generó 120 millones de hectolitros, de los cuales 40 millones fueron exportados; esto permitió que nuestro país se colocara como el 1º exportador y el 4º productor a nivel mundial.

Igual que en EE. UU., emprendedores mexicanos han decidido aventurarse a crear sus propias formulaciones tomando como referencia los clásicos estilos europeos que los grandes grupos cerveceros no ofrecían debido a un consumidor acostumbrado a ciertos. En 1995, Gustavo González, considerado pionero de la cerveza artesanal en México, comienza a producir la “Cerveza Cosaco”. Dos años después, en 1997, nace “Beer Factory”, cadena de restaurantes en la CDMX que innova al fabricar su propia cerveza al interior de sus unidades. Otra bebida desarrollada en Monterrey en 1998 fue la llamada “Casta”, creada por Manuel Zambrano, quien ofrecía la preparación en sus fiestas hasta que un amigo le propuso realizar la producción a gran escala. Rápidamente se popularizó por toda la República Mexicana ya que tenía un estilo europeo y una graduación alcohólica distinta de las demás.¹ Más tarde, en 2004, el tapatío Jesús Briseño crea “Cervecería Minerva”, y en 2006, los primos Rodolfo y Jaime Andreu crean “Cervecería Primus”. A partir de ese momento la cerveza artesanal empieza a conquistar paladares, y nuevos proyectos cerveceros surgen por todo el país a pesar del entorno tan adverso que todavía hoy enfrentan en materia de acceso a insumos, carga fiscal, y

¹ Nace Casta, la primera cerveza estilo Ale, que hace su sabor, cuerpo y aroma diferentes. Consultado en: <https://www.jornada.com.mx/1999/10/18/esp-nace.html>

competencia económica. Actualmente existen más de 940 cervecerías artesanales formalmente establecidas, pero existe otra cifra similar, o mayor, de productores caseros que buscan crear una nueva cultura cervecera basada en la calidad y variedad de sus productos, y cuyas marcas y etiquetas transmitan la cultura de todos los rincones del país.

El presente plan de negocios es para mostrar un proyecto sobre una planta de elaboración de cerveza artesanal ubicada en el estado de Yucatán. Como primer producto se realizará una cerveza *Pale Ale* conmemorando el “*Hanal Pixán*”; tradición en Yucatán celebrada el 2 de noviembre. Por tal motivo, el producto tendrá un toque de sabor al tradicional “*xec*” que es sólo una parte del altar que se elabora para esperar a nuestros difuntos. Posteriormente se incluirán más sabores, cada uno con una parte de este elaborado altar.

Objetivo general

El objetivo del presente trabajo es analizar y definir la rentabilidad de una micro cervecería de cerveza artesanal en el estado de Yucatán, considerando la demanda actual, competidores y estatus del país en los entornos: económico, político y social mediante la elaboración de un plan de negocios que incluye un análisis de mercado y estado de resultados.

I. Marco teórico

I.1 Origen de la cerveza

La cerveza es una bebida milenaria originaria de la cultura mediterránea clásica, vinculada desde la antigüedad a fines terapéuticos. Las primeras referencias históricas, son de hace 6,000 años, demuestran que la cerveza era consumida por la civilización sumeria con el objetivo de evitar enfermedades infecciosas que se adquirirían al beber agua no higienizada²

² Portal Cerveza y Salud <http://www.cervezaysalud.es/conociendo-a-la-cerveza/historia-cerveza>, como se citó en Deloitte, 2017 Galaz, Yamazaki, Ruiz Iruiza, S.C.

Cómo se menciona en el Ministerio de Cultura Argentina, 2019, se cree que el descubrimiento de esta bebida fue accidental al igual que la mayoría de los productos. Los sumerios comenzaron a mezclar pan con agua y este al contener



Figura 1 Pieza histórica que relata el "Himno a Ninkasi"

levadura fermentaba los azúcares obteniendo la bebida alcohólica.³ La primera documentación de una “receta cervecera” se data de hace 13 mil años, en un poema dedicado a la Diosa *Ninkasi*, la deidad de la procreación, titulado “El Himno de Ninkasi”, se describe la manera en la que los sumerios hacían su propia versión de la cerveza⁴. Figura 1.

Posteriormente, en Egipto, el vino fue considerado sólo para las clases altas mientras que la cerveza era para las clases bajas. Era tan importante en la dieta cotidiana que se comenzó a producir masivamente dando como resultado que la cebada se convirtiera en moneda de cambio. Los egipcios fueron los primeros en mercantilizar la cerveza, dado esto, el precio de la cebada era bastante alto así que se consideraron otros cereales como el trigo.

El método de elaboración fue heredado a los griegos y posteriormente a los romanos que la llamaron “*cerivisia*” en honor a la diosa Ceres de la agricultura. Al suceder

3 Ministerio de Cultura Argentina, 2019. Consultado en https://www.cultura.gob.ar/cronologia-de-la-cerveza_7973/

4 <https://cervecerosdemexico.com/2018/07/31/la-receta-de-cerveza-mas-antigua-del-mundo/>

toda esta expansión la bebida se adaptó con los diferentes cereales que existían en cada zona: China comenzó a utilizar el trigo, Rusia el centeno y Japón el arroz. La cerveza pasó de Egipto a Europa a raíz de “Las cruzadas” (Fonseca, 2007) donde se utilizó la cebada como la fuente de azúcares y se trasladó desde Armenia, Georgia y hasta Bohemia, Alemania y Bélgica.⁵

II Historia de la cerveza en México.

La conexión hacia México fue cuando el monarca Carlos V autorizó que se elaborara cerveza en la Nueva España, en la fábrica establecida en Amecameca dirigida por el español Alfonso Herrera: “Traían maestros cerveceros europeos para poder hacerla, que tenían la habilidad, práctica y experiencia necesarias. (Del Carmen, 2012). 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 alterara” (Del Carmen, 2012). Aunque cabe recalcar que, al igual que en otros países, en México se utilizó el maíz como base para la bebida fermentada dando origen al “tesgüino”.

Los cimientos de la Industria Cervecera en México se deben a extranjeros que tenían este conocimiento y que en su lugar de origen esta bebida tenía una alta aceptación. Los principales obstáculos eran la adaptación de maquinaria, tenía que reclutar personal con disposición de aprender y ser capacitado sumándole que la materia prima fuera de la mejor calidad. Además de que se tenía un fuerte competidor: el pulque (bebida obtenida de la fermentación del aguamiel proveniente del maguey)⁶. Ya que la cerveza tenía un alto costo y mantenía fama de ser una bebida exclusiva de las clases acomodadas. Muchas personas que se interesaron por iniciar algún emprendimiento relacionado con la venta de bebidas alcohólicas no contaban con los suficientes recursos, por lo que se veían obligados a solicitar préstamos que casi

5 Ministerio de Cultura Argentina, 2019. Consultado en https://www.cultura.gob.ar/cronologia-de-la-cerveza_7973/

6 El pulque: entre la tradición, la picardía y el olvido. Consultado en: <https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/x2b9fmtebc-3>

siempre se volvían impagables, lo que los obligaba a traspasar o vender su negocio.⁷ Lo que favoreció a esta industria fue el ferrocarril y el transporte marítimo. Debido a que se implementaron canales de distribución para obtener materias primas y comienzan a surgir las pequeñas cerveceras, por mencionar: “Cervecería de la Pila Seca” (primera gran cervecería fundada por el suizo Bernhard Bolgard) “Cervecería La Candelaria” (fundada por el bávaro Federico Herzog en la cual usaban piloncillo como adjunto) “Cervecería San Diego” de Carlos Freedenbaen, Cd. México; “Cervecería Toluca y México” de Santiago Graf; Juan Oherner, la de Guadalajara; José Schneider, la de Monterrey en 1894 los señores Manthey, Haase, von Alten y Burckhardt establecieron la “Cervecería de Orizaba”

El gusto por la cerveza se fue posicionando y con ello el establecimiento de otras fábricas en los alrededores de la ciudad de México.⁸ Por el contrario, el pulque comenzó a tener desventaja frente a esta bebida en características como el olor, el sabor y por la dificultad que representa conservarlo por mucho tiempo. Cabe destacar que en los últimos años del siglo XIX y principios del XX hubo varios intentos para lograr aumentar la vida de anaquel, pero lo máximo que lograron fue un término de cinco días.

Con el establecimiento de la “Compañía Cervecera de Toluca y México S. A. de C-V.” se inició el arranque definitivo de la Industria Cervecera. En el ocaso del siglo XIX y en el nacimiento del siguiente, empezaron a funcionar importantes fábricas como la “Cervecería Cuauhtémoc” en Monterrey; la “Cervecería Moctezuma”, en Orizaba; la “Compañía Cervecera”, en Chihuahua; la “Cervecería de Sonora”, en Hermosillo; la “Cervecería del Pacífico”, en Mazatlán; la “Cervecería Humaya”, en Culiacán; y la “Cervecería Modelo”, en la ciudad de México Tabla 1.⁹

7 AGNCM, Protocolo 719, Fermín Villa, 2 de diciembre de 1834

8 Del Carmen, M. R. & Krammer, J. P. Apuntes para la historia de la cerveza en México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2012.

9 Del Carmen, M. R. & Krammer, J. P. Apuntes para la historia de la cerveza en México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2012.

Año	Fábrica	Lugar	Propietario
1890	Compañía Cervecera de Toluca y México	Toluca	Santiago Graff y Esteban Benecke y Sucesores
1890	Cervecería Cuauhtémoc	Monterrey, Nuevo León	Isaac Garza, José A. Muguerza, José María Schnaider y Francisco Sada
1894	Cervecería Moctezuma	Orizaba, Veracruz	Haase, Manthey, von Alten y Burckhardt
1896	Compañía Cervecera	Chihuahua, Chihuahua	Juan Terrazas
1897	Cervecería de Sonora	Hermosillo, Sonora	George Grüning, Jacobo Schuele y Alberto Hoeffler
1900	Cervecería del Pacífico	Mazatlán, Sinaloa	Jacob Schuele
	Cervecería Humaya	Culiacán, Sinaloa	
1902	Cervecería Yucatán	Mérida, Yucatán	José María Ponce Solís
1925	Grupo Modelo	Ciudad de México	Braulio Yriarte y Pablo Díez

Tabla 1: Fábricas de Cerveza establecidas en México (1890-1922)

El establecimiento del Grupo Modelo entró en competencia con otras fábricas, como las de Toluca, Orizaba, Monterrey, Hermosillo y Culiacán y con la finalidad de ser la principal, en 1935 adquirió la “Compañía Cervecera de Toluca y México”; continuó creciendo y en 1954 termina por adquirir la “Cervecería Pacifico” y la “Cervecería La Estrella”¹⁰. Debido a la alta demanda, “Cervecería Cuauhtémoc” adquiere a las cervecerías Tecate, Sonora y Chihuahua; un punto crucial sucede en 1985 ya que la “Cervecería Moctezuma” tuvo problemas financieros y fue adquirida por grupo VISA realizando así una de las fusiones más grandes de la historia: la “Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma”. Al terminar el siglo XX, se anunció que Grupo Modelo, vendió el 50% a Anheuser-Busch, una productora de cerveza en Estados Unidos, como lo mencionó al momento del anuncio la razón fue que “una cosa es vender cerveza en muchos mercados y otra muy distinta competir con plantas tan eficientes como la de Anheuser-Busch en un ámbito de libre comercio”¹¹. Con la formación de grupo InBev (*Interbrew* con *AmBev*) FEMSA decide comprar el 30% de la Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma. Posteriormente, en 2008, la compañía belga InBev ofertó a la industria estadounidense adquiriéndola por completo y por tanto el 50% de

10 <https://www.grupomodelo.com/quienes-somos/nuestra-historia>

11 John M. Hart, Imperio y Revolución. Estadounidenses en México desde la Guerra Civil hasta finales del siglo xx, p. 432.

Grupo Modelo. En el año 2010, FEMSA intercambia las acciones de Cuauhtémoc Moctezuma por el 20% de Heineken, teniendo como resultado final que Heineken fueran dueños totales de la fusión Cuauhtémoc Moctezuma. Finalmente, en 2012, Grupo AB InBev, adquiere el 50% restante de Grupo Modelo con objetivo de liderar el mercado global de cerveza; Al recopilar todas estas adquisiciones, se obtienen las dos grandes cervecerías Grupo Modelo con 8 plantas industriales, dos artesanales y una experimental, además de 10 plantas de operaciones verticales (vidrieras, malterías, botes y plastitapas) en el país¹² y Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma con total de 6 plantas industriales¹³

I.III Historia de la cerveza artesanal

La cerveza artesanal tiene su origen a finales de los años 70's y se utilizó el termino para dirigirse a las pequeñas cervecerías que se enfocaban en la producción tradicional de cerveza tipo *Ale* posteriormente se nombraron micro cervecerías¹⁴

Aunque al inicio esto iba dirigido más a describir el tamaño, cambió para indicar una flexibilidad en la producción de esta cerveza, adaptabilidad y enfoque al cliente. Llegó a Estados Unidos al final de los años 80's y se utilizaba para designar a aquellas cervecerías que producen menos de 15,000 litros de cerveza por año.¹⁵

Este tipo de producción artesanal se basa en la Ley de Pureza Alemana, según la *Brewers Association*: dicta que para que una cerveza sea considerada como artesanal, tiene que estar compuesta únicamente por agua, malta de cebada, lúpulo y levadura¹⁶ y que la producción anual debe ser menor a 6 millones de barriles al año¹⁷

Para el 2018, en México, la producción de cerveza artesanal independiente abarcó el 0.16% del mercado con un total de 189, 250 hL por año (ACERMEX, 2018). Gracias a la demanda de esta bebida, el número de cerveceros en el mercado global

12 <https://portal.grupomodelo.com/es/nuestras-cervecerias/coahuila>

13 <https://heinekenmexico.com/noticia/cuauhtemoc-moctezuma-somos-el-mejor-lugar-para-trabajar>

14 Brewed in Northants by Mike Brown with Brian Willmott. Brewery History Society (2010)

15 Welcome to the Brewers Association. Brewersassociation.org

16 Galaz, Yamazaki & Ruiz Urquiza, S.C. Deloitte. Cerveza Artesanal México. 2017

17 <https://www.brewersassociation.org/statics/craft-brewer-defined/>

está creciendo significativamente. Debido a esto, los gobiernos de países como Australia, Nueva Zelanda, Bélgica, México, China y el Reino Unido comenzaron a promover la producción de cerveza artesanal y la apertura de nuevas cervecerías gracias a la contribución al desarrollo económico y generación de empleo que éstas impulsan (Deloitte, 2017).

Con toda esta influencia y auge se dio la entrada para que emprendedores se fusionaran y crearan estilos únicos, algunos de ellos ahora son de las cerveceras independientes más importantes de México. A pesar de sólo ser una parte pequeña del mercado, las cervecerías artesanales tienen un público específico debido a sus estilos y su elaboración “casera” lo cual las mantiene en crecimiento. Por tal motivo, las cervecerías industriales han encontrado nichos de mercado buscando asociarse parcialmente o adquirir por completo a estos establecimientos. Cuando las micro cervecerías son adquiridas existen diferentes reacciones, los consumidores expresan su molestia ya que para ellos pasan a ser una marca más y los empleados cambian de empleo al perder esa autonomía e independencia; muchas de estas cervecerías aún conservan a sus directores al frente para no variar la producción y perder la calidad del producto (Deloitte, 2017)

En México comenzó a apreciarse una consolidación; en 2015 AB InBev adquirió “Cervecería Tijuana”, “Cucapá”, “Bocanegra” y “Cervecería Mexicana” (que incluyen las marcas “Mexicali”, “Día de Muertos”, “Tijuana” y “Bufadora”) y en 2017 Heineken se asoció con “Primus” (que produce las marcas “Tempus” y “Jabalí”). *Constellation Brands* pagó mil millones de dólares por “Ballast Point” en 2015 mientras que Heineken adquirió el 50% de “Lagunitas” en 2015 y el 50% restante en el mes de mayo de 2017¹⁸

I.IV Definición de cerveza

Según la ***Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba***, la cerveza es “Bebida alcohólica fermentada elaborada con

18 Galaz, Yamazaki & Ruiz Urquiza, S.C. Deloitte. Cerveza Artesanal México. 2017

malta, lúpulo, levadura y agua potable, puede adicionarse con infusiones de cualquier semilla farinácea procedente de gramíneas o leguminosas, raíces o materia prima vegetal feculenta y/o carbohidratos de origen vegetal susceptibles de ser hidrolizados o, en su caso, azúcares que son adjuntos de la malta, con adición de lúpulos o sucedáneos en estos. Su contenido alcohólico es de 2% a 20% Alc. Vol.” Como nota: Algunos aditivos permitidos que son utilizados en la cerveza, de manera descriptiva más no limitativa son: jarabes de maltosa, miel, fruta, jugo de fruta, concentrado de fruta, hierbas, especias y otros materiales¹⁹

Cómo se menciona en Deloitte, 2017, el proceso de elaboración fue desarrollado con ingredientes naturales como agua, cebada, levadura y lúpulo. Este último fue incorporado a la elaboración de cerveza en el siglo IX debido a sus propiedades bacteriostáticas ya que contiene humulonas, alfa y beta ácidos (De Keukeleire, 2000) y, además, es el principal responsable del amargor característico de esta bebida.²⁰

La cerveza debe sus propiedades al etanol; su aroma, sabor y amargor al lúpulo, productos con características y aroma horneados formados durante la fermentación; su valor nutritivo al contenido sin fermentar de extractos solubles (carbohidratos, proteínas); y, por último, su efecto refrescante al anhídrido carbónico, un constituyente importante.²¹

I.V Materias primas

a. Agua

El agua es el principal componente en la elaboración de la cerveza, ya que no solo participa como materia prima, sino en el proceso de elaboración para la limpieza, enjuague, etc. Al darse cuenta de que las características del agua afectaban la calidad del producto final se comenzó a legislar y a controlar: tiene que ser potable, libre de patógenos y pasar por análisis microbiológicos (Pires, 2015) Algunos ajustes que se realizan a esta materia prima son:

19 Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba

20Galaz, Yamazaki & Ruiz Urquiza, S.C. Deloitte. Cerveza Artesanal México. 2017

21 H.-D. Belitz · W. Grosch · P. Schieberle, Food Chemistry Springer 2009

- Eliminación de sólidos en suspensión
- Reducción de minerales no deseados
- Remoción de contaminación microbiana

El control de los minerales afecta el proceso de elaboración ya que pueden influir negativa o positivamente al producto final. Los principales iones encontrados en el agua son: calcio, magnesio, sodio, potasio, sulfatos, cloruro, nitrato y carbonato (Comrie 1967). Los sulfatos aumentan la dureza y la sequedad de la cerveza, pero aumentan el olor del lúpulo; el hierro y manganeso afectan el color y sabor del producto (Pires, 2015)

Uno de los minerales presentes en el agua es el calcio porque reduce el pH al óptimo para la acción enzimática: la α -amilasa tiene un pH óptimo en 5-7. La β -amilasa entre 4-7 y las enzimas proteolíticas entre 4-2 y 5-0, el pH del mosto está entre 6.0 por lo que los iones de calcio favorecerán la sacarificación y proteólisis lo que aumentará el extracto; favorece la precipitación de nitrógeno no deseado y también evita la extracción excesiva de nitrógeno en el lúpulo (Comrie 1967) y como paso importante es obligatorio para el crecimiento y floculación de la levadura (Stratford 1989). Aunque una concentración alta puede causar formación de oxalato de calcio (piedra de cerveza) en los barriles y recipientes.

El magnesio (²⁺) es necesario para la nutrición de la levadura y aunque la malta contiene este ion, es necesario que exista una concentración en el agua usada; niveles superiores a 15 ppm causan un sabor amargo y puede tener un efecto laxante (Mosher, 2017)

Otro de los minerales encontrados es el hierro. Se puede presentar por contaminación como óxido resultando un agua con un color anaranjado y un sabor metálico. En concentraciones por encima de 0.5 ppm se vuelve tóxico para la levadura y causa que los taninos se oxiden más rápido impartiendo sabores desagradables al producto final (Mosher, 2017)

También el cobre con niveles superiores a 10 ppm se vuelve tóxico para la levadura y acelera la oxidación de taninos y causa una turbidez. Cuando es ingerido por

humanos en concentración de 1.3 ppm puede causar problemas gastrointestinales, daño renal o hepático. (Mosher, 2017)

Otro ion encontrado en el agua que afecta el sabor de la cerveza es el sodio. A niveles superiores a 150 ppm se tendrá un sabor salado, característica que puede ser deseada. En concentraciones superiores afecta el crecimiento de la levadura, pero es detectable antes en el sabor (Mosher, 2017)

Cabe recalcar que pueden estar presentes aniones como el bicarbonato y el carbonato. Estos aniones surgen naturalmente en el agua de la exposición con el aire, obteniendo ácido carbónico que se descompone en bicarbonato y un protón Figura 2²². Posteriormente el bicarbonato se sigue descomponiendo en carbonato y otro protón más bajando el pH. Estos aniones también se pueden agregar a través del contacto como rocas que contengan carbonato Figura 3. La formación de estos compuestos lleva a una variación del pH que termina por afectar el proceso de elaboración, así como del producto terminado.

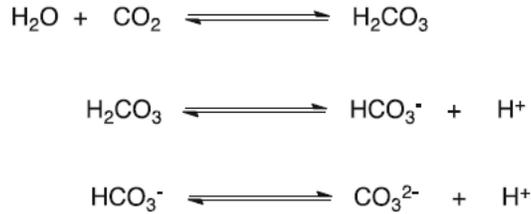


Figura 2. Formación de bicarbonato y carbonato mediante la disolución de CO₂

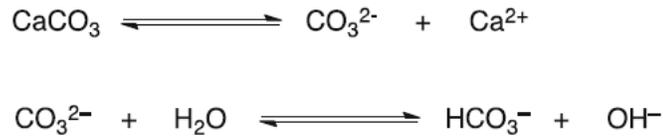


Figura 3. Formación de bicarbonato y anión hidroxilo mediante rocas (carbonato de calcio)

La presencia de nitritos y nitratos indica agua contaminada tóxica para la levadura además de formar compuestos cancerígenos durante el proceso de elaboración. Siempre que sea posible deben ser controlados. Y, por último, los sulfatos pueden resultar beneficiosos ya que crea un sabor seco y mejora el sabor amargo que proporciona el lúpulo.

Tabla 2 Función de los iones presentes en el agua empleada en la elaboración de cerveza ²³

Ion	Mínimo Sugerido	Máximo Sugerido	Función
Calcio (Ca ²⁺)	50 ppm	50-100 ppm	Determina la dureza del agua junto con el Mg ²⁺ . Es una sustancia insípida que protege, estabiliza y promueve la actividad enzimática durante el macerado.
Magnesio (Mg ²⁺)	5 ppm	0-30 ppm	Determina la dureza del agua junto con el Ca ²⁺ y es un nutriente vital para la levadura. Elevados niveles de Mg ²⁺ generan un sa-

²³ 1. (Elaborada por Antonio Cañongo, Ixcel. a partir de Bob Ardagh GlassPacking, Malt: Identifying its Flavor and What it Means for your Beer. <https://bit.ly/3Y2sD0Y>) "Aprovechamiento de los subproductos de la industria cervecera" (2023) Tesina UNAM

			bor amargo y ácido, indeseables en la cerveza.
Alcalinidad total como CaCO ₃ (bicarbonato, HCO ₃ ⁻)	N/A	0-100 ppm (0-120 ppm)	La alcalinidad incrementa el pH del mosto y la cerveza, causando astringencia. Hay un mayor nivel de tolerancia al valor de alcalinidad en cervezas oscuras, donde equilibra la acidez de las maltas oscuras.
Sodio (Na ⁺)	N/A	0-100 ppm	A bajas concentraciones, puede resaltar el sabor dulce de la malta. A altas concentraciones puede interactuar con el cloruro y aportar un sabor salado a la cerveza, o bien proporcionar un sabor metálico.
Cloruro (Cl ⁻)	N/A	50-150 ppm	Acentúa el sabor a malta y la dulzura y el cuerpo de la cerveza. Demasiado Cl ⁻ puede llegar a crear una cerveza demasiado empalagosa, así como corroer el equipo.
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	N/A	50-400 ppm	Aumenta el “tiempo de permanencia” del amargor y acentúa el sabor a lúpulo, además de añadir la sequedad a algunas cervezas. A concentraciones >400 ppm, el sabor de la cerveza se vuelve desagradable.

b. Cebada

La cebada es una de las plantas más antiguas domesticadas por la civilización humana. Es un miembro de las gramíneas, la planta crece verticalmente y en la parte superior se encuentra la espiga donde están las semillas. Este crecimiento sucede de dos maneras lo cual da el nombre característico a la planta: cebada de dos hileras 2H (*Hordeum distichum*) con un grano por nudo y cebada de seis hileras 6H (*Hordeum vulgare*) con tres granos por nudo (Mosher, 2017) Figura 4

Cuando se tengan menos granos por nudo, la semilla será más grande y rica en almidón, por el contrario, entre más granos por nudo el contenido de almidón será menor, pero la concentración relativa de proteína será mayor (Wunderlich y Back 2009)

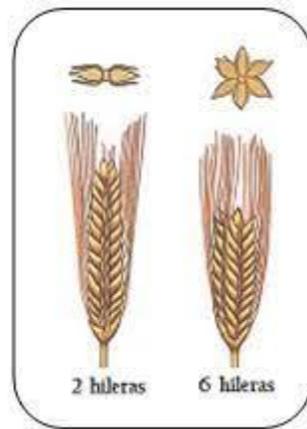


Figura 4 Cebada de 2 hileras y 6 hileras

c. Malta

El malteo es el proceso por el cual los granos se germinan de forma controlada en un entorno húmedo y posteriormente se seca con aire caliente. Este proceso proporciona distintas maltas para producir diferentes estilos de cerveza. Durante la germinación, el embrión crece a expensas del material de reserva almacenado, cuando el grano entra en contacto con la humedad y temperatura adecuadas, todo el sistema enzimático es gradualmente activado para hidrolizar las reservas de almidón y proteínas, crucial para el malteado: enriquecimiento de la malta con enzimas (amilolíticas, proteolíticas, etc.), modificación del endospermo y formación de sabor y compuestos aromáticos (Schmitt et al. 2013)²⁴

La germinación se detiene mediante horneado en el punto donde la malta es rica en enzimas, se logra la suficiente modificación del endospermo y consume la menor cantidad de almidón de reserva. Después del horneado, la malta se conoce como *Pilsener*, a partir de ahí se derivan otros tipos de malta variando el tiempo de horneado y tostado, entre más se trata térmicamente mayor es el daño de las enzimas (Pires, 2015)

24 Schmitt M, Skadsen R, Budde A (2013) Protein mobilization and malting-specific proteinase expression during barley germination. *J Cereal Sci* 58:324–332

- Cebada tostada: cebada casi quemada sin pasar por el proceso de malteo, su almidón “quemado”, no es malta, se utiliza para agregar un sabor a tostado seco, distinto al del café, además de color.
- Malta Base: Cebada que ha pasado por el proceso básico de malteado para germinar el grano, por lo general se seca alrededor de 40°C (100 °F) con niveles altos de ventilación, una vez que se tiene el 10% de humedad, se eleva la temperatura a 80°C (175°F) con ventilación continua. Por lo general, la malta termina con un 4% de humedad. Temperaturas ligeramente diferentes produce maltas como *Pilsner* y *Vienna*; la característica de estas maltas es que el grano se seca con temperatura baja que no daña a las enzimas, tienen alto poder diastático. (Mosher, 2017)
- Maltas oscuras o chocolate: son tostadas a temperaturas más altas, estas condiciones aumentan la velocidad de reacciones de Maillard²⁵ los productos son heterociclos de nitrógeno y oxígeno además de la formación de melanoidinas, esto da como resultado cambio en el sabor y aumento en el color marrón, son utilizadas en poca cantidad ya que su sabor es muy fuerte y tienen nulo poder diastático.
- Malta cristal: Este tipo de malta se salta el paso de secado, cuando se completa la germinación, el grano se coloca en un tambor giratorio y se calienta a 65°C (150°F) durante 30 minutos mientras se rocía con agua, el resultado es que las enzimas convierten el almidón en azúcares, una vez pasado el tiempo se aumenta la temperatura a 150°C (300°F) y se ventila durante una hora más, esto hace que los azúcares se caramelicen y aumente este sabor (Mosher, 2017)

²⁵ Pardeamiento no enzimático de reacciones iniciadas por la condensación de aminoácidos y azúcares del grano

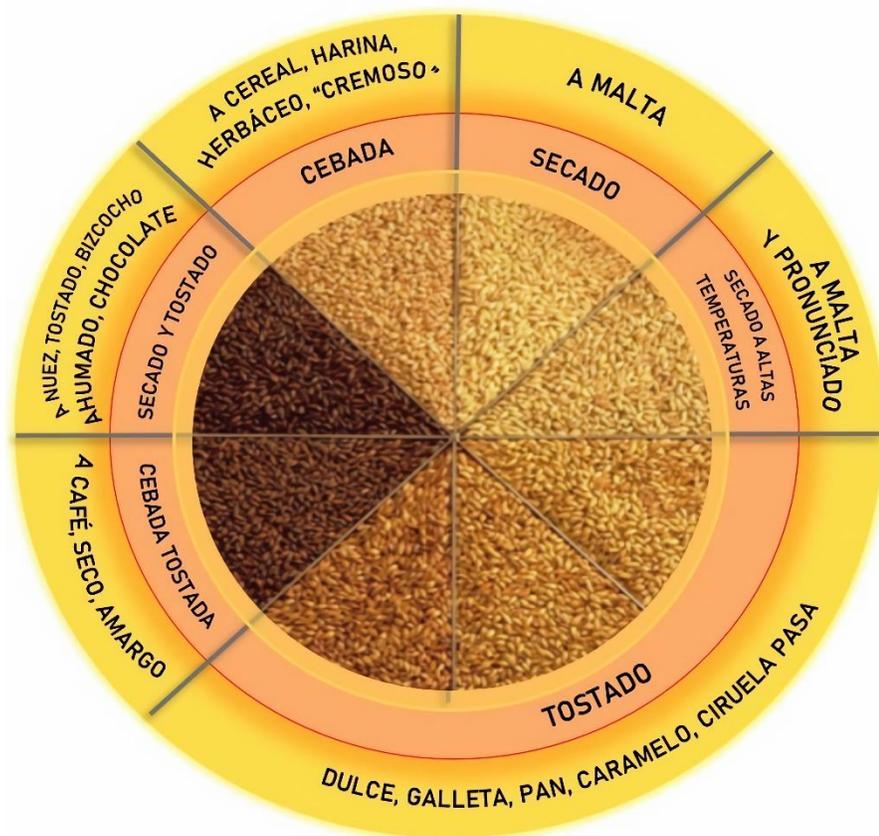
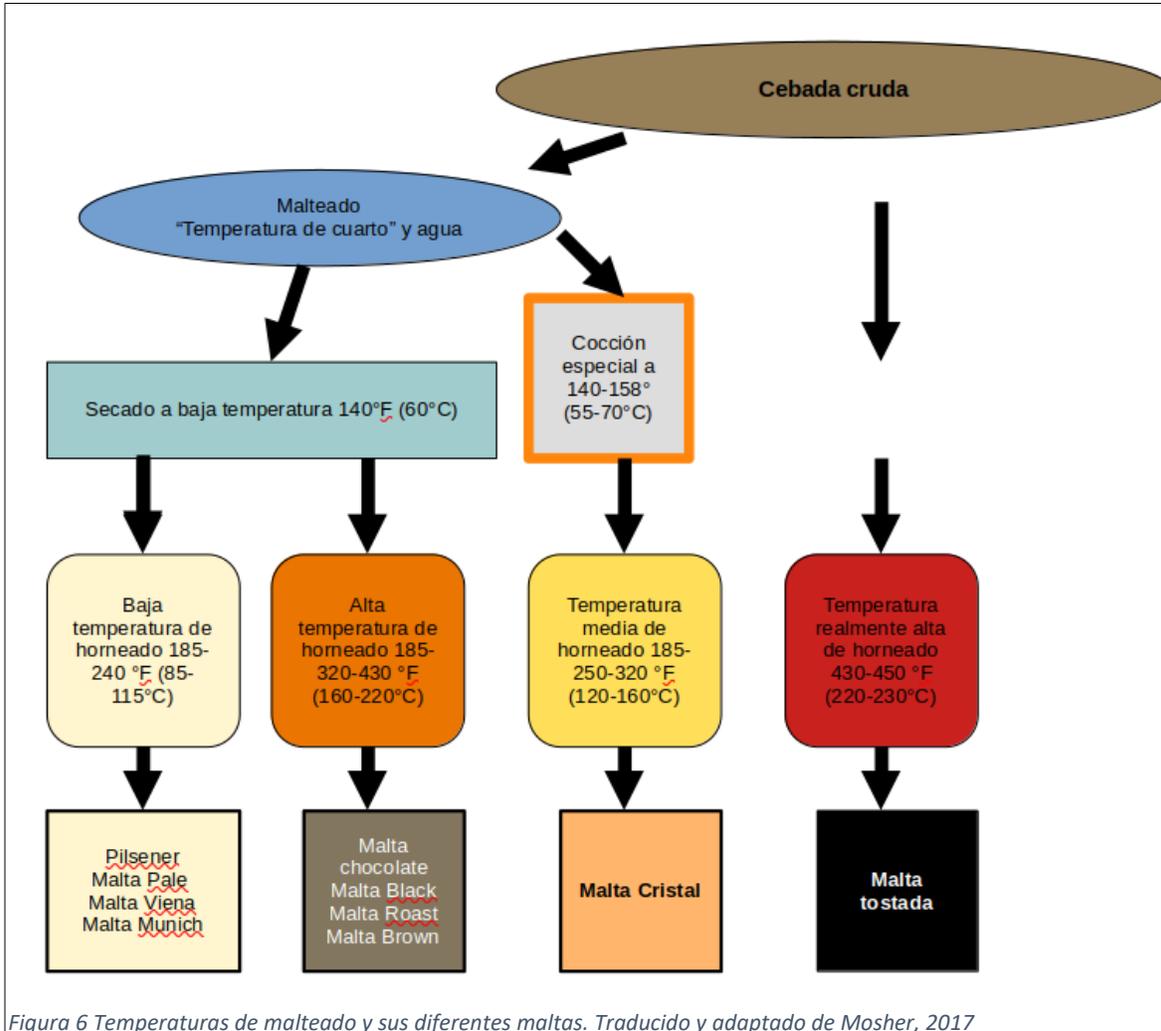


Figura 5 Características de algunas maltas especiales y su modo de obtención

En la Figura 6 se muestra un diagrama las diferentes temperaturas a las cuales la cebada es procesada para generar algunas de las maltas especiales.



d. Lúpulo

Existen diferentes variedades que proporcionan características a la bebida fermentada; algunos se conocen como lúpulos de aroma/sabor y otros lúpulos de amargor (Pires, 2015) Además de estas características, el lúpulo actúa como clarificante haciendo que las proteínas precipiten en el mosto y junto con el etanol, brinda propiedades antimicrobianas ya que los compuestos presentes como su aceite esencial, llamados alfa ácidos, son antisépticos contra bacterias Gram(+) funcionando como un conservador natural. Cabe mencionar que, por las características de las moléculas involucradas, funcionan como tensoactivos contribuyendo a la estabilidad de la espuma. Figura 7

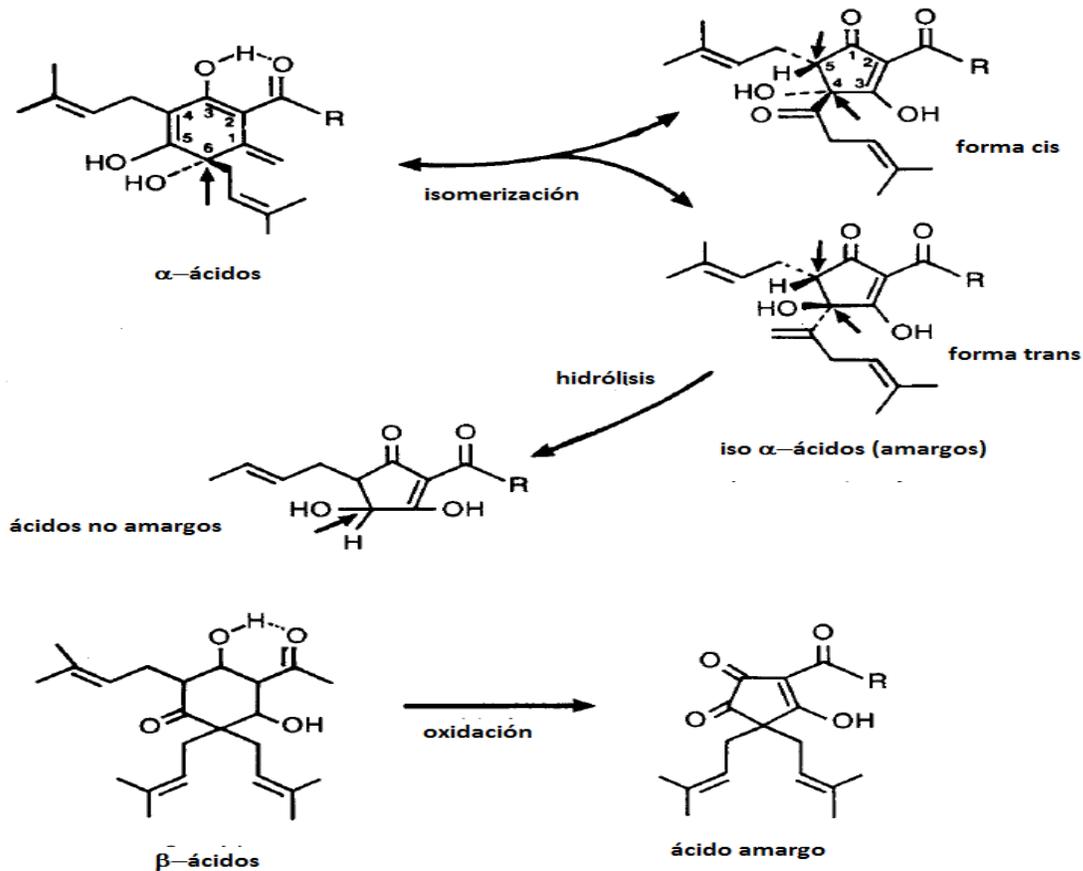


Figura 7 Isomerización de los α -ácidos del lúpulo²⁶

Se utilizan las flores de la planta hembra de *Humulus lupulus* ya que contiene lupulina en sus glándulas y da el sabor amargo. La lupulina contiene ácidos alfa y beta y algunos compuestos químicos que participan en el sabor de la cerveza, este depende de la proporción relativa de compuestos y la cantidad que estos se dejan hervir en el mosto (Mosher, 2017). Cuando se añade, los aceites de lúpulo como el mircenoleno, el humuleno y el cariofileno comienza a mezclarse con el mosto, pero se evaporarán rápidamente. Si se hierve por mucho tiempo—los compuestos volátiles que proporcionan las características al aroma, pueden perderse. Por tal motivo, se recomienda agregar en los últimos 5 a 10 minutos del hervor. Otros compuestos son menos volátiles, añadidos 20 minutos antes del final de la ebullición son llamados

²⁶ Muñoz González, Luis Gerardo (2023) "Elaboración de una cerveza artesanal utilizando como adjunto camote morado (*Ipomoea batatas*)" Tesis UNAM

lúpulos de sabor. Sabores y aromas tienen descriptores como: cítrico, pinoso, frutal, floral y terroso. Los lúpulos agregados al inicio de la ebullición aportan amargor ya que los alfa ácidos se isomerizan, oxidan y/o polimerizan en el mosto, como se mencionó con anterioridad.

En la Tabla 3²⁷ se puede observar la composición general del lúpulo.

Componente	% Contenido
Alfa y beta ácidos	18.3
Aceites esenciales	0.5
Polifenoles	3.5
Proteína cruda	20
Fibra cruda	15
Ceniza	8.5
Extracto libre de N	34

Tabla 3: Composición química del lúpulo. Traducido y adaptado de Berlitz, 2009.

No se tiene la certeza de cuando se utilizó el lúpulo por primera vez, pero se tiene registro de que ya hace 2,000 años los romanos lo utilizaban por sus propiedades. Además, su sabor amargo fue uno de los principales atractivos para su apreciación, pues contrarrestan el dulce de la malta, creando una cerveza equilibrada.²⁸

Hoy en día, las cervecerías, utilizan gránulos o extractos de lúpulo. Los gránulos están hechos de lúpulo crudo mediante secado, tamizado, mezcla y granulación; el extracto resulta de la extracción con etanol o dióxido de carbono, también conocido como proceso de extracción con fluidos supercríticos. (Pires, 2015)

e. Levadura

La levadura es un microorganismo eucarionte, unicelular, heterótrofo y anaerobio facultativo. La palabra *Saccharomyces* significa “hongo de azúcar”. Las levaduras cerveceras se pueden dividir en “alta fermentación” y “baja fermentación”. La cepa

27 Berlitz, H.-D, Grosch, W., Schieberle, P- Food Chemistry. Germany. Sringer, 2009

28 Lúpulo, el corazón de la cerveza: Consultado en: <https://porlacervezalibre.wordpress.com/2013/09/25/lupulo-el-corazon-de-la-cerveza/>

de alta fermentación más común es *Saccharomyces cerevisiae* y fermenta en una temperatura entre 60° y 70° F dando lugar a fermentaciones rápidas además de que flocula en la superficie. Por otro lado, *Saccharomyces pastorianus*, es la cepa de baja fermentación y puede fermentar a los 40°. Otra de sus características es que fermenta completamente todos los azúcares, incluida la rafinosa, y durante el proceso flocula en el fondo (Bolat, 2015). Figura 8

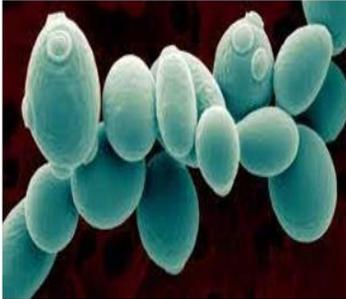
<i>Lager</i>	<i>Ale</i>	<i>Lambic</i>
<i>S. pastorianus (carlsbergensis)</i>	<i>S. cerevisiae</i>	Levaduras silvestres de la zona o <i>Lámbricas</i>
		
Menos aroma	Más aromática	Muy seca
Más cuerpo	Temperatura más alta	Baja presión de CO ₂
Predomina en todo el mundo	Se encuentra en Inglaterra y Norte de Europa	Principalmente Bélgica, Bruselas y sus alrededores
Fermentación 10-12° C	Fermentación 15-18° C	
Tiempo fermentación	Tiempo de fermentación	
3-10 días	3-5 días	
Tiempo de maduración	Tiempo de maduración	
10-30 días	5-10 días	

Figura 8 Clasificación primaria de las cervezas de acuerdo con las condiciones de fermentación empleadas.²⁹

Además de la producción de etanol mediante la fermentación, la levadura tiene un impacto en el sabor final de la cerveza ya que mediante el metabolismo de azúcares producirá pequeñas cantidades de subproductos como por ejemplo acetaldehído, diacetilo y sulfuro de dimetilo que dan a la cerveza color verde y sabor a manzana, sabor a mantequilla o maíz cocido, respectivamente. Estos compuestos no son deseables en grandes cantidades y eventualmente serán reabsorbidos por la

²⁹ Muñoz González, Luis Gerardo (2023) "Elaboración de una cerveza artesanal utilizando como adjunto camote morado (Ipomoea batatas)" Tesis UNAM

levadura es por eso por lo que el paso de maduración toma tiempo y es tan importante (Mosher, 2017). Por otro lado, algunos subproductos son deseables para ciertos estilos de cerveza ya que pueden impartir un sabor frutal la levadura de alta fermentación sintetiza una gran cantidad de compuestos que otorgan sabor al producto final como los ésteres que son compuestos que dan a las frutas su sabor característico. Para controlar estos subproductos se eligen levaduras con ciertas características además de tener un control de temperatura. Algunas de estas características son las siguientes:

1. Floculación: Cuando las levaduras entran en latencia al final del proceso de fermentación, las proteínas extienden desde la superficie hacia fuera y el catión calcio se une a ellos. Estas proteínas interactúan con las de las demás levaduras y se pegan entre sí a medida que se juntan se va formando una gran masa, esta masa crece lo suficiente y se acumulan en el fondo del fermentador. La floculación tiene que ser exacta ya que si la levadura floclula demasiado rápido es posible que no tenga el tiempo para convertir todos los azúcares en alcohol o que no pueda reabsorber los subproductos no deseados producidos si la levadura floclular lentamente quedará suspendida en toda la cerveza y esto dará una característica turbia.
2. Atenuación: Este término se utiliza para describir la cantidad de azúcares fermentables que se convierten en alcohol o también puede referirse a la capacidad de la levadura para continuar fermentando hasta que se acaben los azúcares, existen levaduras que detienen la fermentación cuando la concentración de azúcares fermentables es baja.
3. Temperatura de operación: la temperatura es otro parámetro que cada levadura fermenta en un rango específico que puede ir de 40° a 78° F, este se determina por la levadura a utilizar.
4. Tolerancia al alcohol: El alcohol es tóxico para la levadura, pero las levaduras cerveceras pueden soportar concentraciones de 5% hasta 14% v/v.³⁰

f. Adjuntos

Se llaman adjuntos a todos los componentes amiláceos que están permitidos para elaborar cerveza. Son fuente económica para la obtención de azúcares fermentables y que algunos por su naturaleza deben de ser hidrolizados. Aunque no existen datos exactos, se conoce que en Estados Unidos se elaboran cervezas con 40% de malta y 60% de adjuntos. Mientras que, en La Comunidad Europea, se admite el empleo de 40% de adjuntos. Si bien la cebada es el cereal que es usado como principal ingrediente, se pueden emplear también adjuntos cerveceros con distintos propósitos. Se usan con frecuencia avena, arroz quebrado, trigo, maíz desengrasado o bien jarabes. Entre los beneficios que trae el uso de otros cereales está la conveniencia en el precio, mayor accesibilidad de la materia prima en la región y el desarrollo de nuevas características sensoriales. (Muñoz González, 2023)

I.VI Estilos de cerveza

Como se mencionó anteriormente, la formulación básica de la cerveza se compone de cuatro ingredientes principales, pero esto no quiere decir que su sabor sea igual en cada lugar ya que cada región ofrece diferentes características a los ingredientes además de la incorporación de adjuntos como se mencionó, lo que ha llevado a clasificar las cervezas por *estilos*. Que una cerveza pertenezca a un estilo quiere decir que cumple con ciertas características. A continuación, se abordarán parámetros básicos para la clasificación de la cerveza:

- A. IBU's: El amargor de la cerveza se mide utilizando una escala numérica conocida como Unidades Internacionales de Amargor (*International Bitterness Unit, IBU*). Esta es una medida cuantitativa de los- α -ácidos presentes en la cerveza se extraen con un disolvente (isooctano) en un medio acidificado con HCl (c). Se cuantifica con ayuda de un espectrómetro, la cantidad de luz absorbida a 275 nm se multiplica con un factor estandarizado de 50. (Mosher, 2017)

B. Contenido de alcohol: Este parámetro puede ser medido de diversas maneras:

- i) midiendo la cantidad de azúcar que se ha convertido en alcohol
- ii) -mediante destilación,
- iii) con un cromatógrafo de gases,
- iv) refractometría y
- v) espectroscopia por Infrarrojo Cercano o NIR.

En la Norma se recomienda que en concentraciones menores que 0.5% v/v se recurra de la enzima alcohol deshidrogenasa. Según la NOM-199-SCFI-2017, el contenido de alcohol va del 2% al 20% v/v. La mayoría de las cervezas tienen un contenido promedio de 4 a 6% pero existen productos que tienen hasta 19% y fueron realizados mediante destilación por congelación. El contenido alcohólico tiene efecto en el sabor general de la cerveza. Si este es alto, el consumidor notará calor en la boca y en el estómago además de provocar detrimento en los sabores de la cerveza.

C. Densidad original: Usualmente se mide antes de fermentar el mosto midiendo la cantidad de azúcares (fermentables y no fermentables) que contiene. Una densidad alta indica gran contenido de azúcares. Los azúcares no fermentables contribuyen a la dulzura y espesor de la cerveza después de la fermentación. Este parámetro se mide con un instrumento llamado densímetro o aerómetro que incluye una escala de densidad: Se debe obtener una muestra del mosto dulce y transferirlo a la probeta. Después hay que colocar el densímetro y se deja flotando hasta que el aire haya escapado del líquido. Se recomienda que el densímetro esté centrado en posición vertical para obtener una lectura precisa. El nivel al que el líquido sube se comprara con la escala en el densímetro y así se obtiene la densidad. Existe otra escala creada en 1900 y lleva el nombre de Fritz Plato, representa números en °P; estas dos escalas no son idénticas y no tienen relación lineal, una aproximación sería la siguiente:

$$(Densidad - 1) \times 250 \approx \text{°P}$$

- D. Densidad final: Es la densidad que se mide después de la fermentación, se mide en unidades de g/mL, aquí se cuantifican los azúcares restantes en la cerveza; se mide con un hidrómetro. Nos indica la cantidad de azúcares que la levadura no pudo fermentar.
- E. SRM (*Standard Research Method*): Método estándar de referencia, se refiere a la medición del color de la cerveza. También puede ser reportado como EBC (*European Brewery Convention*) la diferencia de estas dos escalas es un factor de 2. Se realiza con ayuda de un espectrómetro y se mide la cantidad de luz absorbida por la cerveza a 430 nm y multiplicando el valor por 12.7 para SRM y si es muy oscura considera el factor de dilución. Para la escala de EBC se multiplica por 25. Cabe recalcar, que es requisito que la cerveza esté desgasificado para que las burbujas no interfieran en la lectura. Además de que no deben ser turbias por lo que sería necesario se filtrar la muestra o centrifugara.-Como determinación cualitativa, los valores de SRM se determinan por comparación con un gráfico de colores en una escala de 1 a 40.Figura 9

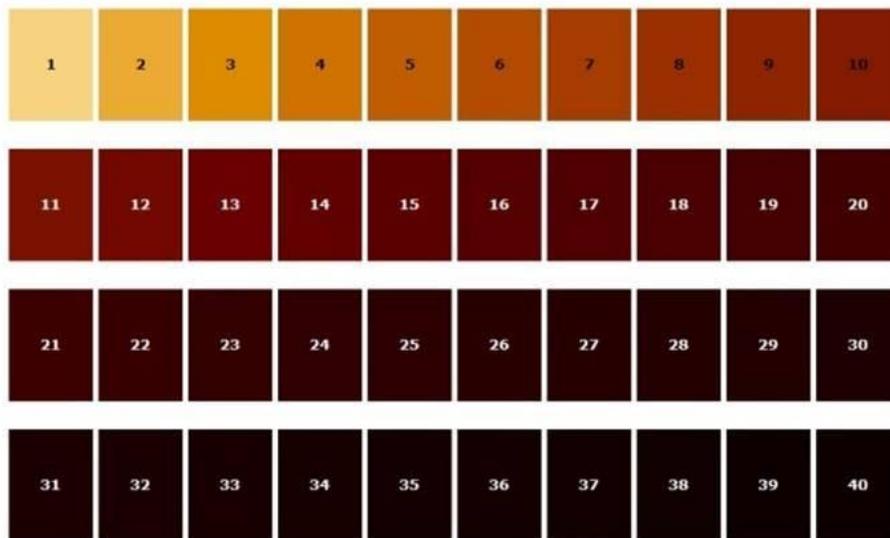


Figura 9 Escala SRM para medir el color de la cerveza

Dentro de todas las variedades y estilos de cerveza, existen dos tipos de clasificación:

Primaria: Depende de las condiciones de fermentación derivadas del tipo de microorganismos utilizados como se menciona líneas arriba y

Comercial: Características de producción, relacionados por la composición y concentración de materias primas, volúmenes de producción, utilización de aditivos, etc.

a) Industriales

b) Artesanales y

c) *Gourmet*

Ale: Este tipo de cerveza se caracteriza por utilizar una levadura de alta fermentación y que requiere una temperatura de 15° a 25° C por esta razón se producen compuestos adicionales que dan sabor a las cervezas y, por ende, es más sencillo experimentar con los sabores además de que no requiere bajar la temperatura para la maceración

Dentro de este tipo tenemos los siguientes estilos,

1. Ales europeas: este estilo tiende a hacerse con trigo o centeno, un exceso de estos da lugar a sabor a plátano y a clavo.
 - a. Sours ales: tiene como característica una acidez ligera agria, esto se debe al uso de Malta pálida y uso de levadura silvestre que contiene *Lactobacillus sp.*
 - b. Belgian ales: contenido alcohólico que va desde el 6% a 12%, tienen un sabor más complejo y colores más oscuros, aromas y sabores a frutos secos y el uso de lúpulo con tonalidades afrutadas.
 - c. Stout: cerveza de color muy oscuro con grado alcohólico mayor al 6.5%
 - d. Pale ale: cerveza ligera fuertemente lupulada.
2. Irish ales: se caracteriza por colores muy oscuros y alta astringencia dado el uso de maltas tostadas y un amargor a lúpulo muy acentuado además de un contenido alcohólico de 4-6%

Como ya se mencionó anteriormente, dada la temperatura que se utiliza, la generación de sabores y estilos para la cerveza no tiene límite a la creatividad

Lager: las cervezas de este estilo se caracterizan por ser fermentadas con levaduras de baja fermentación, esta levadura requiere el uso de bajas temperaturas para fermentar y la maduración en condiciones frías. La cerveza fermentada a altas temperaturas tenía muchos más sabores añadidos (Mosher, 2017) lo cual no era agradable al gusto; las cervezas tipo lager son muy carbonatadas y con un sabor “limpio”

Dentro de este tipo, tenemos los siguientes estilos:

1. Lagers europeas
 - A. Pilsner: caracterizada por color oro y ligero sabor a Malta, tonos suaves de lúpulo y contenido bajo de alcohol (4%) y es muy refrescante
 - B. Amber y dark lagers: Se caracteriza porque es un poco más oscura que las Lagers comunes y tiene un contenido más alto (5%) además de un sabor tostado a malta
 - C. Bock: se caracteriza por tener un estilo maltoso y un contenido alcohólico alto (6.5%). En esta clasificación se tiene la cerveza eisbock, esta se congela y se retira parcialmente agua en forma de hielo así aumenta su contenido alcohólico más allá del 8%, algunas cervezas pueden llegar hasta 30%.
2. Lagers inglesas: caracterizada porque se utiliza arroz como adjunto para aligerar el sabor
3. Lagers americanas: Típicamente elaborada con adjuntos como maíz y arroz, dan un sabor limpio y seco. Este estilo se encuentra en un rango de 3.5 a 7% y el extremo más ligero de escala SRM.

A continuación, se describen las principales características de algunos estilos de cerveza Tabla 4³¹

31 Berlitz, H.-D, Grosch, W., Schieberle, P- Food Chemistry. Germany. Springer, 2009

Característica/Estilo	Munich	Pilsner	Pale ale	US Lager	Stout	Lambic
Amargor	3-6	6-10	5-8	2-4	6-10	3-6
Sabor alcohólico	3-4	3-4	3-4	3-5	3-5	3-6
Carbonatación	3-4	3-4	1-3	4	3-4	3-5
Lúpulo	2-6	6-10	5-8	0.5-4	6-10	3-6
Sabor caramelo	4-8	0.5-2	3-5	0.5-	6-100	1-3
Sabor frutal/ éster	1-2	1-1.5	1-2	2-3	2-3	3-5
Dulzor	2-3	1-2	1-2	2-3	1-2	1-2
Acidez	1-2	1-2	1-2	1-2	2-3	3-20
Sabor a “verde”	1-2	1-3	0-2-0.8	1-3	0.2-0.8	1-10

Tabla 4: Características de algunos estilos de cerveza. Traducido y adaptado de Berlitz, 2009.

I.VII Elaboración:

a. Molienda

El grano malteado se tritura para exponer el endospermo almidonado, puede ser en molienda fina o ligeramente triturado dependiendo de los requisitos. Paso muy importante para obtener una buena distribución de fracciones, aumentar la eficiencia de extracción y un adecuado tiempo de filtración.

b. Maceración

En esta parte del proceso se agrega agua a la malta triturada con la diferencia de que debido al horneado en el proceso de malteado ya no se tiene un desarrollo del grano. Una proporción adecuada es por cada 100Kg de malta se utilizan 400 a 500 L. Para cervezas ligeras y 300-350L para cervezas fuertes (Berlitz, 2009). Es un proceso crítico porque se obtendrá el perfil de azúcares fermentables y no fermentables, cantidad de alcohol y características sensoriales. Las enzimas desarrolladas durante la germinación convierten el almidón en azúcares disponibles para que puedan ser fermentados por la levadura. Dependiendo de los objetivos del producto, se puede aumentar la temperatura por etapas para que las enzimas

puedan realizar la sacarificación. Las temperaturas óptimas de actividad enzimáticas y sus efectos se muestra en la Tabla 5 además del perfil de sacarificación, en él observamos las pausas y altas de temperatura durante la maceración Figura 10

Enzima	Temperatura optima °C	Acción
<i>α-amilasa</i>	70-75	Degradación de almidón a dextrina y azúcares no fermentables
<i>β -glucanasa</i>	45-50	Degradación de <i>β -glucanos</i>
<i>β -amilasa</i>	60-65	Degradación de almidón a azúcares fermentables
<i>Proteasa</i>	45-55	Degradación de proteínas de alto peso molecular

Tabla 5: Temperatura óptima y acción de las enzimas presentes en la malta.

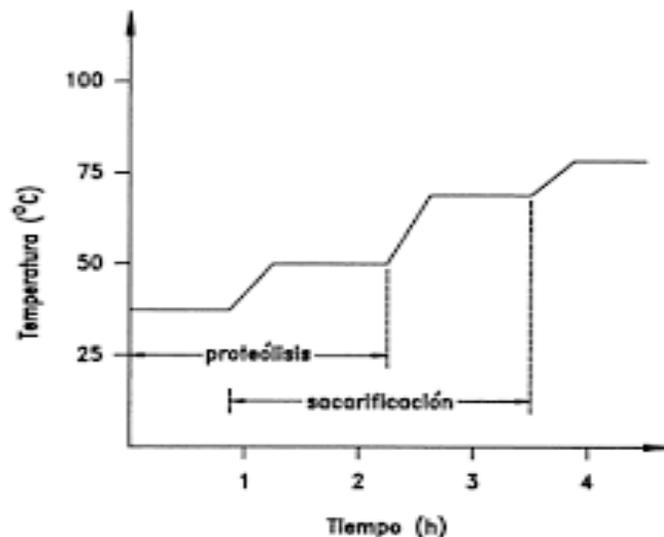


Figura 10 Perfil de sacarificación

c. Lautering y aspersion

En esta etapa del proceso es llevada a cabo la separación del grano del mosto dulce. Se realiza con ayuda de un equipo llamado *Lauter tun*, este recipiente tiene una ranura falsa en el fondo y se forma una capa de 35 cm de profundidad que actúa como filtro a través del cual pasa el extracto. Además, este equipo contiene una serie de cuchillos o rastrillos que giran alrededor de la capa de grano y ayudan revolviendo

mientras se drena el mosto. El primer filtrado, llamado mosto turbio, se bombea de vuelta al *lauter Tun*. Existen 2 tipos de rociado para obtener una filtración exitosa: continua y por lotes. los granos se enjuagan o rocían 3 o 4 veces con agua tibia y pH bajo para enjuagar la mayor parte de azúcares y evitar extraer taninos.

- Rociado continuo: a medida que se drena el mosto, este se rocía con agua tibia, el nivel de agua se mantiene por encima del nivel de los granos, esto hace que se extraiga mayor cantidad de mosto, pero al aumentar el volumen hace que la concentración de azúcares baje
- Rociado por lotes: Una vez que se terminó de drenar el mosto, se vuelve a rociar agua tibia y se mezcla, a continuación, se vuelve a drenar y se repite el proceso de 3 a 4 veces. Cada filtrado obtenido se puede utilizar para elaborar distintas cervezas con concentraciones diferentes o mezclarse entre ellas.

El residuo, normalmente, se utiliza para alimento de animales. (Berlitz, 2009)

d. Pasteurización (ebullición) y lupulado

Todos los productos de las filtraciones anteriores se juntan y comienzan a hervirse con lúpulo según la cerveza a producir; para cerveza *Lager* ligera es 130-150 g/hL, para cerveza Dortmund 180-220 g/hL, para cerveza *Pilsener* 250-400 g/hL, para Múnich 130-170 g/hL y para cerveza bock 50-90 g/hL. Para obtener el resultado deseado, se tiene que realizar la selección de lúpulo a usar, solo se utiliza un 30-35% de alfa-ácidos (Berlitz, 2009). Además, durante esta ebullición (70 a 120 minutos) se concentra el mosto, se coagula la proteína y se solubilizan los ingredientes del lúpulo, se inactivan las enzimas, se evaporan compuestos volátiles no deseados como el DMS y formación de compuesto a través de reacción de Maillard (Pires, 2015). Por último, ya que es temperatura de ebullición se realiza un tipo de pasteurización para garantizar la inocuidad del producto. Al finalizar este proceso, el mosto amargo se bombea a través de un enfriador para llegar a la temperatura y continuar con el proceso. (Mosher,2017)

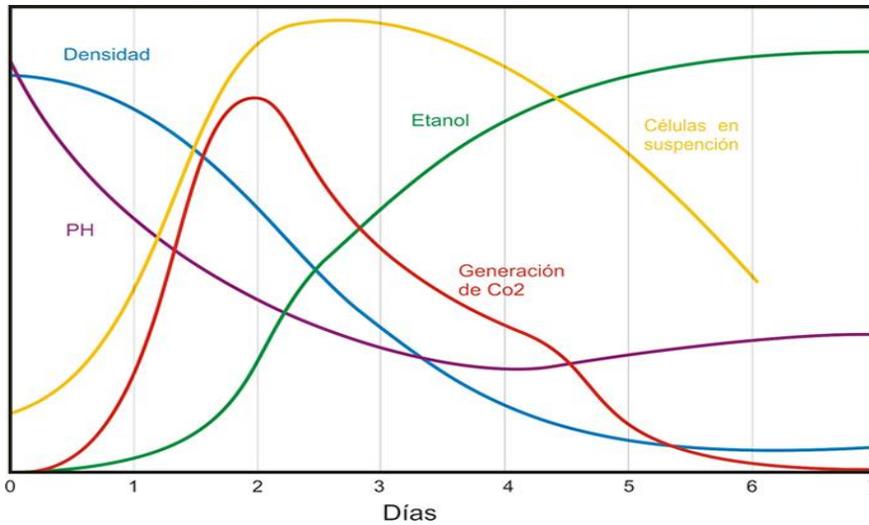


Figura 11 Aporte de aroma, sabor y amargor en el mosto de acuerdo con el tiempo de hervor de lúpulo

En la Figura 11 se puede observar el efecto de agregar el lúpulo a determinado tiempo del hervor, dependiendo del tiempo que el lúpulo se encuentre en la mezcla aportara aroma, sabor o amargor.

e. Fermentación

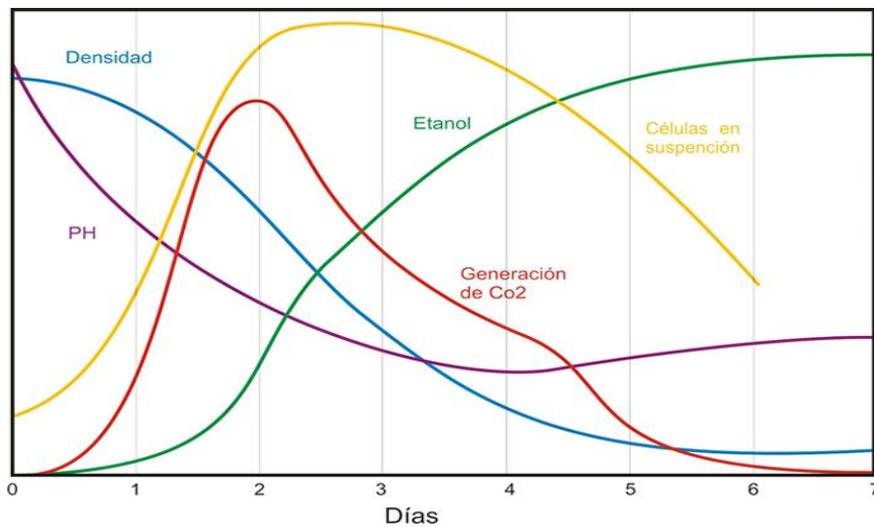
Mientras sucede el bombeo hacia el fermentador, el mosto se airea con oxígeno y cuando se tiene en el recipiente se inocula con la levadura. Como ya se mencionó, existen diferentes levaduras que dan características distintas al producto. La fermentación puede demorar de 2 a 14 días para cervezas ale y para cervezas Lagers pueden durar meses (Mosher, 2017). La levadura comenzará a asimilar los azúcares fermentables, aminoácidos, minerales y otros nutrientes. Como productos del metabolismo celular, obtenemos etanol, CO₂, alcoholes superiores y esteres



(Pires, 2015)

Gráfica

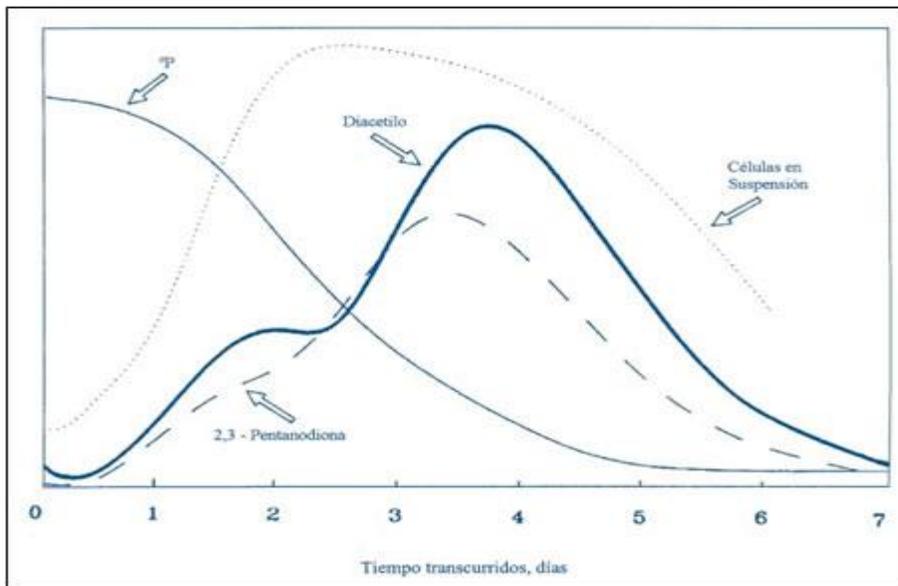
1. Al terminar el tiempo de fermentación, la cerveza se considera cerveza verde.



Gráfica 1: Comportamiento de los parámetros durante la fermentación

f. Maduración

El proceso de fermentación ha producido una serie de subproductos como el acetaldehído, diacetilo y sulfuro de dimetilo. Si se da un tiempo antes de la decantación, la levadura puede reabsorber muchos de estos, a la par de este proceso, las proteínas, levadura siguen precipitándose y clarificando la cerveza

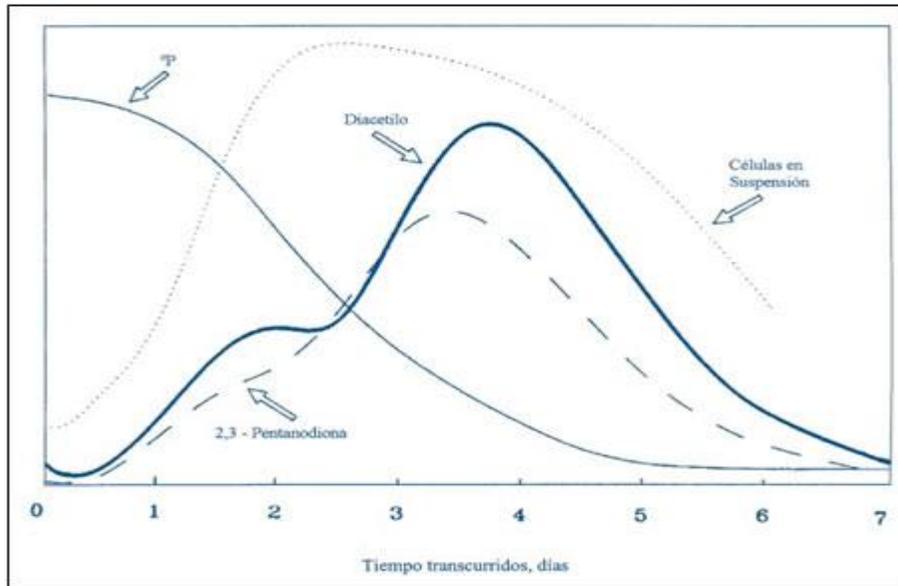


Gráfica 2. Existen

varias maneras para separar la levadura y proteínas de la cerveza como filtros de placa, de hoja, centrifugas, etc. El tiempo de acondicionamiento toma alrededor de un mes y hasta 6 meses para las lagers. En caso de que no se filtre por completo la cerveza, los remanentes de levadura seguirán acondicionado en la botella y esto reduce el tiempo de vida útil.

¿Por qué madurar?

1. Inducir fermentación secundaria para carbonatar la cerveza
2. Madurar los sabores y olores de la cerveza
3. Reducir o eliminar el potencial de la cerveza para formar turbidez
4. Ajustar el sabor o color
5. Ajustar o reducir la espuma
6. Eliminar o reducir el crecimiento bacteriano
7. Clarificar la cerveza



Gráfica 2: Comportamiento de parámetros durante la maduración

g. Envasado y pasteurización

La mayoría de las veces es un proceso automatizado, la pasteurización es necesaria para estabilidad biológica, las condiciones son a 70 °C durante 30s o se pasa a través de microfiltros. Ya embotellado, se debe evitar fluctuaciones de temperatura.

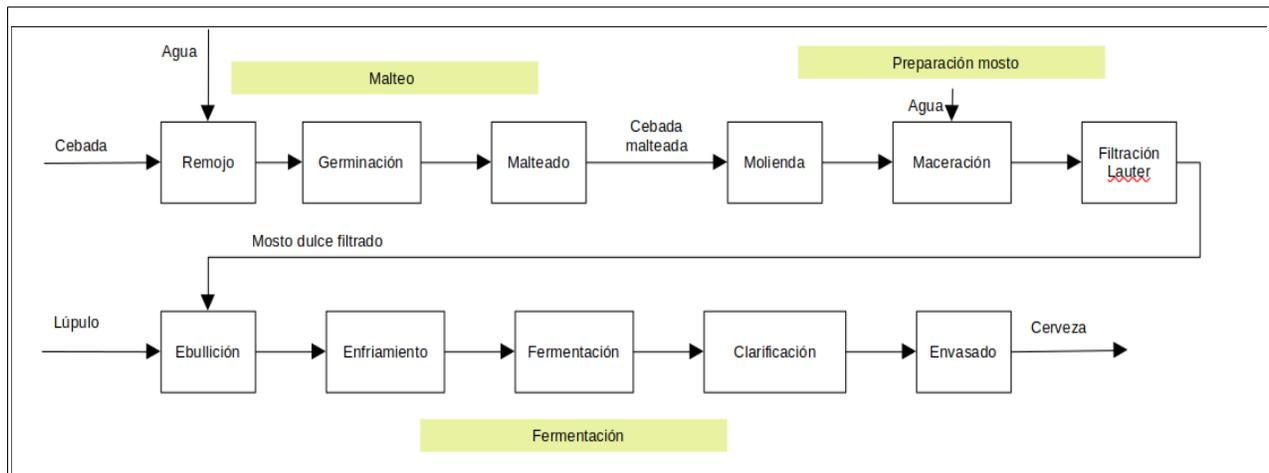


Diagrama 1: Proceso elaboración de cerveza. Traducido y adaptado de Berlitz, 2009

I.VIII *Hanal Pixán*

Para efectos del presente trabajo, la cerveza elaborada será de acuerdo con la tradición del pueblo maya en Yucatán llamada *hanal Pixán: comida de las ánimas*. Esta tradición es llevada del 31 de octubre al 02 de noviembre. El primer día se dedica a los niños y es llamado *u hanal palal*. El segundo día a los adultos y le llaman *u hanal nucuch uinicoob* y el tercer día es el *u hanal pixanoob*, ese día se dedica una misa a las ánimas en los cementerios.

Esta tradición incluye poner un altar, alumbrada con velas, debajo de los árboles del patio y cerca de la sepultura donde se coloca comida típica como: atole nuevo, pibes, jícamas, mandarinas, dulce de papaya, tamales de *x-pelon*, *balché* y el objetivo de estudio, el *xec* que es una ensalada de frutas compuesta por naranja, mandarina, toronja, jícama además de chile molido. Solo para efectos del presente trabajo, el proceso de elaboración será para la cerveza de *xec*.³²

II. Resumen Ejecutivo

II.I Marca

Nuestra marca es **“Malandi”** y la razón social **“Malandi” S.A. de R. L.**

II.II Misión

Llevar el conocimiento de las tradiciones y costumbres mexicanas mediante la elaboración de una bebida artesanal preparada con la esencia de cada una de estas, fomentando el aprendizaje cultural, provocando así un sentimiento de orgullo mexicano.

II.III Visión

Convertirnos en una empresa reconocida a nivel nacional como uno de los mejores lugares para laborar, posicionándonos en los grandes mercados de cerveza

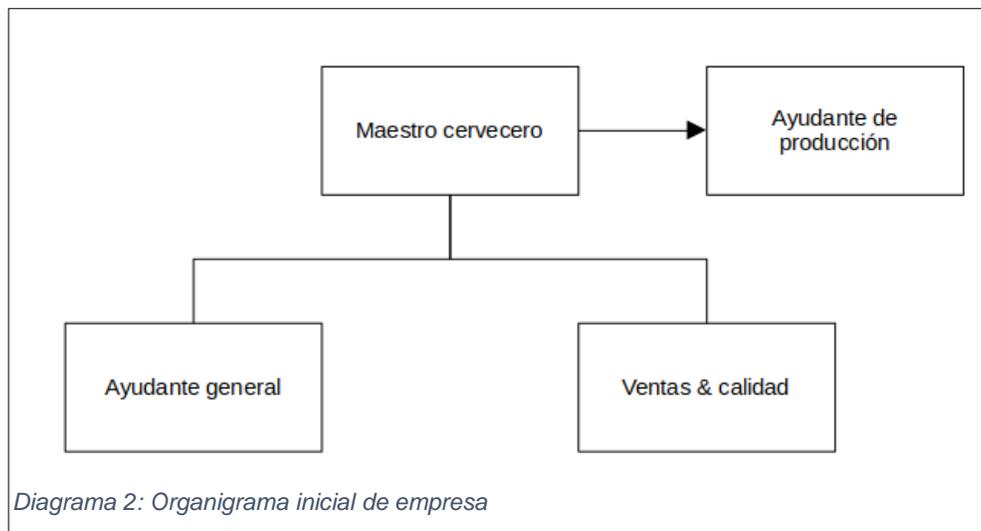
32 Hanal pixan - Gobierno del estado de Yucatán. Consultado en: https://www.yucatan.gob.mx/?p=hanal_pixan

artesanal en el sureste de México fomentando los valores en cada producto elaborado.

II.IV Valores

- Constancia e innovación en nuestros productos
- Respeto hacia las tradiciones y costumbres mexicanas
- Adaptabilidad al entorno cambiante
- Transparencia hacia el cliente garantizando su seguridad en el consumo
- Puntualidad y garantía de servicio al cliente

II.V Organigrama



II.VI Análisis político, económico, social y tecnológico (PEST)

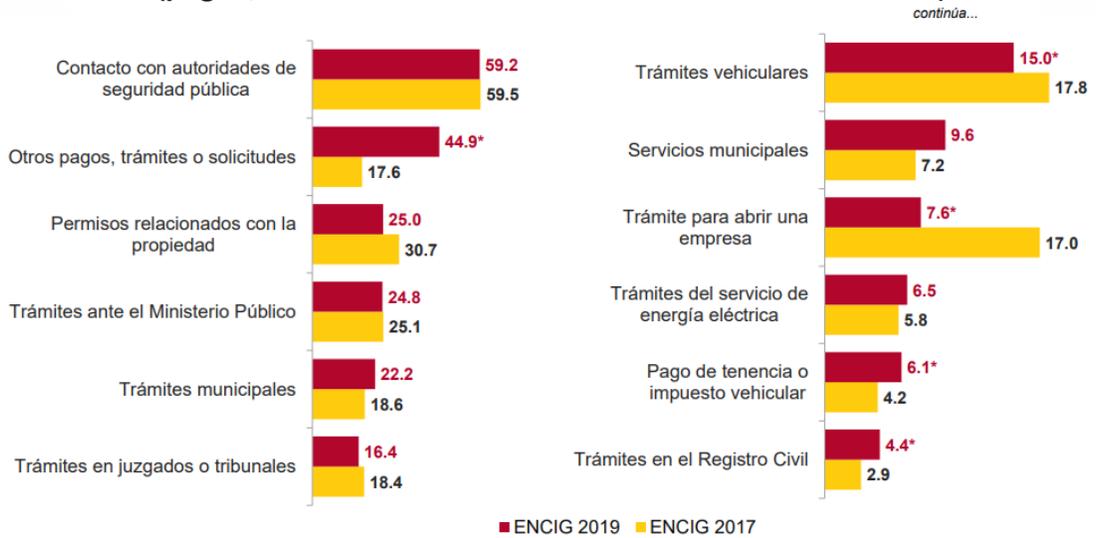
La estabilidad política, la seguridad pública, el dinamismo de la economía, la transparencia, los capitales turísticos y culturales, la deuda estatal como porcentaje del Producto Interno Bruto, la confianza, la demografía, los saldos en Estado de derecho, todos estos son factores indispensables para atraer inversión a largo plazo y crear oportunidades

- Factores políticos

La política actualmente en México se encuentra estable con posibles reformas que apoyen a los trámites burocráticos que desafortunadamente tienen un atraso considerable; atraso que puede conllevar a pérdidas de negocios, estudios, en fin, de oportunidades. Lamentablemente, al ser un país atrasado

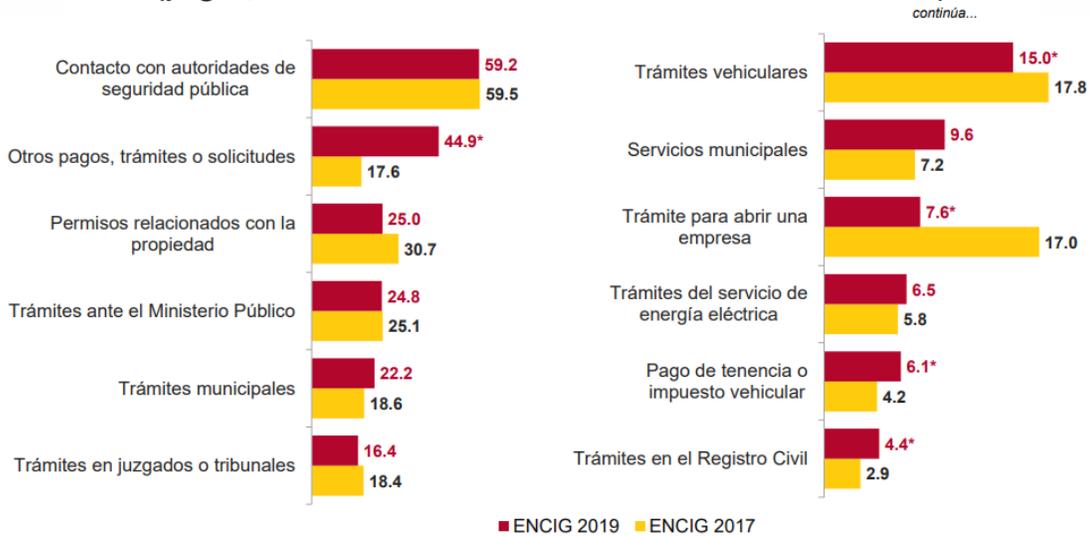
en tecnología, la pandemia de COVID-19, no favoreció en tramites presenciales ya que sólo se cerraron las instituciones sin oportunidad de realizar esto en línea. Al igual de acuerdo con el INEGI Encuesta Nacional CIG 2019 un 87% de la población han sido testigos de corrupción en tramites personales y de terceros (

Porcentaje de usuarios que experimentaron algún acto de corrupción (pagos, trámites o solicitudes de servicios más frecuentes)



Gráfica 3)

Porcentaje de usuarios que experimentaron algún acto de corrupción (pagos, trámites o solicitudes de servicios más frecuentes)



Gráfica 3: Corrupción en trámites burocráticos 2017 vs 2019

Adicional a esto, como ejemplo, se tiene la reforma a la Ley Laboral sobre el *outsourcing* donde este último queda prohibido a menos de que sea subcontrato especializado, es decir, que no tenga que ver con el giro de la empresa. Claro que esto ayuda a que mejoren las condiciones de los empleados, pero también generará un incremento considerable en los desempleos; este tipo de reforma fue algo “inesperado” que ahora está obligando a las empresas a reestructurar a su personal, para este tipo de situaciones se tiene que estar preparado.

Otro aspecto importante que afecta a las cervecerías artesanales es el IEPS (Impuesto Especial sobre Producción y Servicios) es el gravamen que se paga por producción y venta de gasolinas, alcoholes, cerveza, bebidas saborizadas, tabacos o alimentos con alto contenido calórico. En este caso para la cerveza bajo 14 °GL, es de un valor del 26.5%³³ lo cual se adjudica al consumidor y aumenta el precio de la cerveza artesanal en un valor considerable.

- Factores económicos

Actualmente, 2T 2022, se tiene una población económicamente activa a nivel nacional de 59.7 millones personas, en comparación con los trimestres anteriores esta ha ido en aumento, en especial después del año 2020 donde se tuvo un declive en el sector económico debido al confinamiento.

33 Ley del Impuesto Especial sobre producción y Servicios, 2015.



Gráfica 4: Índice Nacional de Precios al Consumidor

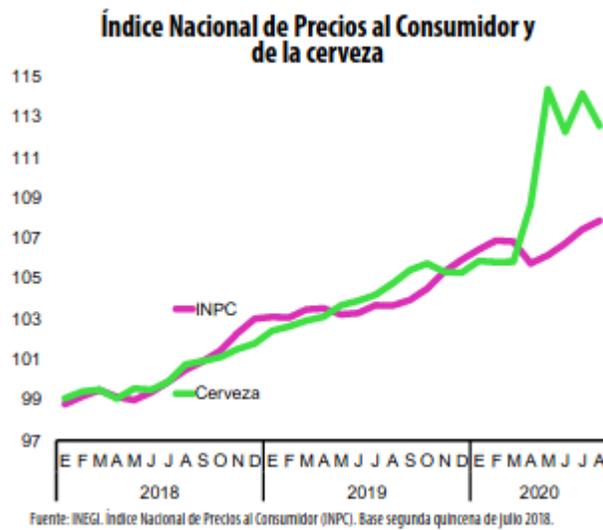
A nivel nacional, se tiene un ingreso promedio de \$172.87 MXN/día (INEGI, 2022) en comparación con 2018, 2019, 2020, ha tenido un ligero aumento del 3%

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) termino en un valor de 7.36% para finalizar el año 2021, actualmente en junio 2022 este es de 7.99 si sigue este aumento durante el año, el poder adquisitivo de los consumidores disminuye lo cual afecta directamente a las ventas estimadas para las empresas y negocios (



Gráfica 4)

Cabe recalcar que la cerveza artesanal se considera un bien de lujo y de baja necesidad por lo tanto es de esperarse que se disminuya el consumo dada la situación económica actual. Como se mencionó, este producto es elaborado a menor escala en comparación con las bebidas industriales, por lo tanto, los insumos utilizados son en cantidades menores y esto hace que aumenten su precio considerablemente lo que afecta directamente al costo de producción. Cuando se proyectan ventas, nuevos productos, siempre es un riesgo la situación de país, como un gran ejemplo: la pandemia de COVID-19 que cambió y afectó a la industria de la cerveza.



Gráfica 5: Índices Nacional de Precios al Consumidor vs precio de la cerveza

Factores sociales

La popularidad de la cerveza artesanal ha ido en aumento, desde el conocimiento y el poder experimentar con los sabores que nos puede brindar este producto. Además de que se abrió un nuevo panorama como lo es el e-commerce por la pandemia de COVID-19, así que ahora no es necesario un punto de venta para llegar a más consumidores.

Además, México es un país rico en cultura, tradiciones y gastronomía. En específico, Yucatán es un estado con habitantes muy arraigados y apegados a sus tradiciones, desde los trajes típicos hasta el Hanal Pixán (celebración del día de muertos). Mérida es considerada de las mejores ciudades para vivir en México y ha sido nombrada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, gracias al índice de seguridad, limpieza, cultura, servicios y calidad de vida. Factor decisivo para las instalaciones de la micro cervecería.

Un punto importante para comentar es la condición del agua, para producir un litro de cerveza se necesitan, en promedio, 5 litros de agua esto sin contar la huella hídrica (Corrales, 2021) Al ser materia prima principal coloca a esta industria en el

centro de la crítica (Figura 12) y que se incrementan cuando se tiene sequía en el país pero, por otro lado, este producto tiene un peso financiero ya que posee un importante lugar en exportaciones y genera más de 55, 000 empleos y 2 millones de empleos indirectos (Araujo, 2017 encontrado en Corrales 2021)



Figura 12 Agua renovable por habitante en entidad federativa, 2019.

La industria de la cerveza, al demandar insumos para realizar su producción, genera un impacto o efecto directo en 168 actividades económicas, de un total de 822 clases de actividades impactando 4 para el sector primario, 65 para el sector secundario y 99 para el comercio y servicios (INEGI, 2019). Adicional, se tiene un promedio de 117 personas empleadas para la industria cervecera siendo el más alto de la industria alcohólica. (INEGI, 2019)

- Factores tecnológicos

Actualmente, México ocupa el lugar número 63 en cuanto a la adaptación de tecnología según el Foro Económico Mundial. Esto representa un avance de 13 lugares con respecto al año 2012.

A pesar de que se ha disminuido el gasto en investigación y desarrollo tecnológico al 0.1%, al ser un país con economía emergente, se tienen varias oportunidades en la industria que este año, 2023, se están comenzando a implementar. Una de ellas es el uso de celdas solares y la energía eólica para el funcionamiento de la planta cervecera reduciendo así en un 50% el uso de la energía eléctrica.

Como se mencionó, actualmente el recurso del agua se encuentra en un punto crítico, es uno de los ingredientes del producto a elaborar pero para comenzar a combatir este punto se tiene un concepto llamado economía circular donde se reciclará y tratará el 100% de los residuos que se generen durante el proceso, además de considerarse un proyecto personal por cada empresa, se busca hacer un trabajo en conjunto donde exista un apoyo mutuo buscando la sustentabilidad, el resultado final: utilizar 2 litros de agua por cada litro de cerveza producido en lugar de 5.³⁴

Adicional, en México, existen alrededor de 295 establecimientos que ofrecen el diseño, elaboración y venta de equipos para la producción de esta bebida; puede ser la planta completa o equipos individuales. De los cuales, 13 están en el Estado de Yucatán.

En cuanto a las tecnologías de la información, que no son un punto determinante para la elaboración de la cerveza, pero deben ser mencionadas: de acuerdo con datos del INEGI 2020, el 72% de los hogares mexicanos tiene una conexión a Internet, el cual en comparación con otros países como Estados Unidos es un porcentaje muy bajo. Esto trae consigo el rezago del país en cuestión tecnológica, ya que a través de la red de redes podemos acceder a información muy importante,

34 Una cervecería con tecnología de vanguardia. Consultado en: <https://www.forbes.com.mx/cerveceria-con-tecnologia-de-vanguardia/>

dar a conocer nuestro negocio, productos o servicios y estar en constante comunicación con otras personas. No acceder a Internet es un signo de falta de globalización en México.

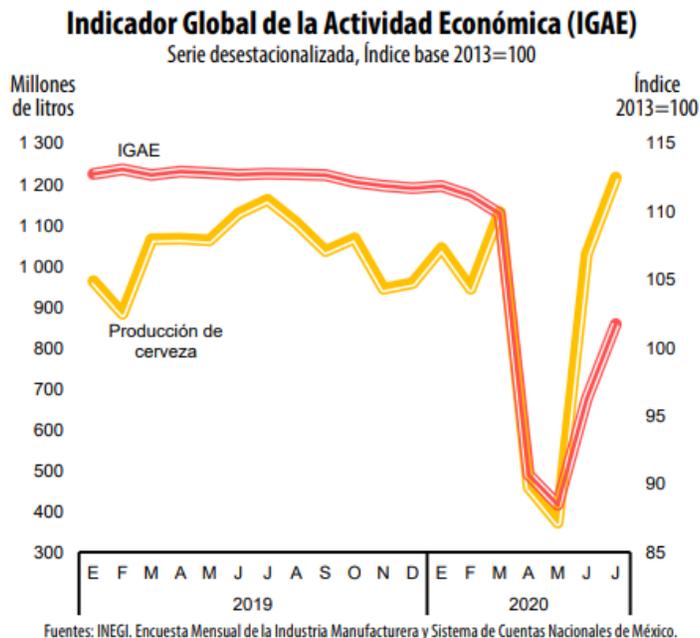
III. Estudio de mercado

III.I Análisis de la demanda

Según INEGI (2019) se consumen 68 litros per cápita anuales de cerveza en México, considerando que la cerveza artesanal tiene presencia del 0.16% en el mercado total (Acermex, 2018).

Como objetivo en el primer año, se buscará la participación del 0.06% en el mercado de cerveza artesanal nacional obteniendo así una demanda anual de 12 960 L que se trasmite en 36 507 botellas de 355 mL al año trabajando a una capacidad de planta para el primer año del 80%. Se fija de esta manera ya que de acuerdo con los datos publicados del INEGI 2019, el consumo de cerveza se ha mantenido estable desde el 2017 con un valor de 68L per cápita en México, al igual cabe destacar que debido a la pandemia de COVID-19 la producción de cerveza se vio brutalmente afectada (gráfica 5) lo cual se considera un área de oportunidad para entrar al

mercado y lograr ser competitivos.



Gráfica 6: Indicador global de economía: Cerveza, 2019

a. Perfil sociodemográfico

En México se tiene una población total de 126, 014, 024 millones de personas (INEGI, 2020) con una relación de hombres por cada 100 mujeres. Comúnmente se habla de un consumo mayor en el género masculino, pero no se tiene un estudio cuantitativo para sustentar lo antes mencionado así que este producto va dirigido a ambos

sexos. Es importante considerar que al ser un producto que, por legislación, requiere una mayoría de edad para ser consumido, nuestro objetivo serán las personas con mayoría de edad, que, según el INEGI, el valor es de 105, 023, 119 millones de personas.

Cada vez más se tienen consumidores del tipo de producto a elaborar, sin distinción de edad, atraídos por los matices, densidades, sabores, aromas, etiquetas. Algo nuevo y fino para el paladar que pueda otorgarles una experiencia única.

En temas de niveles educativos, un 45.6% de la población mayor a 15 años, cuenta con educación media superior y superior y un 23.7% sólo con secundaria terminada (INEGI, 2020). Contar con un título universitario puede dar acceso a una mejor calidad de vida por medio de oportunidades de mayor nivel en el mercado laboral, así como contar con un salario elevado, oportunidad de desarrollo, etc. El ingreso económico es mencionado debido a que la cerveza artesanal tiene precios elevados al consumidor y esto es un factor determinante al momento de escoger el producto en un anaquel. Además de que las características que brinda nuestro producto no gozan de exclusividad ya que cervecerías industriales han adquirido cervezas artesanales y ahora son parte de su oferta tal como Grupo Modelo con Cucapá, Bocanegra, mexicana y Tijuana en 2016.

Como se mencionó anteriormente, a nivel nacional, el salario mínimo es de \$172.87 MXN/día (INEGI, 2022) y un 6% de la población económicamente activa cuenta con un ingreso mayor a los 15 mil pesos. Completando esta información, New York Times publicó el resultado del estudio económico en México³⁵ solamente el 12% es considerado clase media ganando más de \$16,000 mensuales. Analizando esta información, el segmento de los consumidores que podrían adquirir nuestro producto se ajusta debido al poder adquisitivo. Para superar esta barrera tenemos que ofrecer una experiencia con el sabor, calidad, naturalidad y algo que ellos llaman “diferente” características que son buscadas por el consumidor según Deloitte, 2017.

35Ríos, V. “No, no eres clase media”. Consultado en <https://www.nytimes.com/es/2020/07/06/espanol/opinion/clase-media-mexico.html>

Adicional, se aprovechará el gran turismo que se tiene en el estado de Yucatán, como demanda directa en el estado. Tan sólo en el 2022 se tuvo un aumento del 11,1% en las llegadas nacionales al estado, así como ocupación hotelera y un 20.4% en las llegadas internacionales³⁶ esto permite una oportunidad de venta en turistas extranjeros que buscan conocer las bebidas endémicas y costearlas.

Cabe mencionar, de acuerdo con la DENUE, en Yucatán hay 16, 603 establecimientos dedicados al comercio de cerveza desglosados como sigue; 66.7% son tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneos; 8.6% son tiendas de autoservicio; 4.2% son centros nocturnos, bares y cantinas y el restante 20.5% son otros establecimientos de comercio al por mayor.³⁷

b. Perfil psicológico

La cerveza artesanal ha abierto un nuevo panorama y segmento ya que se dan a conocer estilos y tipos creando una experiencia gourmet con esta bebida. Los consumidores optan por consumir el producto en lugares donde se tiene preparación de alimentos como acompañamiento y se elige porque se puede varias de acuerdo con el maridaje y ya que la cerveza artesanal tiene tantos estilos, es perfecta para esto.

El consumo de esta bebida está relacionado con entretenimiento, ocio, relajación, compartir un momento con alguien o simplemente disfrutar del sabor.

Según la encuesta de Deloitte, 2017: un 43% de los encuestados consume cerveza artesanal en restaurantes o bares especializados, lo cual, genera una experiencia de consumo que se transmite a amigos, familiares y conocidos; otro 26% lo hace en

³⁶http://sefotur.yucatan.gob.mx/files-content/general/resultados_actividad_turistica89987125c255836e13048b472bfa352e.pdf?v=1677454571

³⁷ Indicadores Agroindustria Cervecera – Yucatán <https://cervecerosdemexico.com/revistas/MX-YUC.pdf>

restaurantes o bares en general. En menor medida se consume en eventos públicos (7.5%) como pueden ser exposiciones, conciertos y foros.

III.IV Análisis de la oferta

Al año 2018, según el reporte de ACERMEX, se tiene 940 cervecerías artesanales independientes en México. Algunas de ellas no se encuentran registradas o no pertenecen a alguna asociación, todo esto debido a la versatilidad que tiene la cerveza artesanal de integrar sabores y distintos estilos. Con suma importancia, la cervecería Minerva fue una de las pioneras en el ramo artesanal, además de siempre estar buscando las mejores condiciones para los cerveceros independientes.

La localización de la planta propuesta será en el estado de Yucatán, en ese estado se encuentran 2 importantes cervecerías artesanales:

Cervecería Patito

Ubicada en Mérida, Yucatán, por cuestiones de confidencialidad no se pudo obtener sus costos de producción ni ingresos anuales. Cuentan con un total de 7 estilos de cerveza envasadas en botellas de 355 mL con un precio al público en general de \$36 MXN, \$50 MXN, \$70 MXN y un 12-pack envasado en lata a \$390 MXN. Como un plus, cuenta con tienda en línea además de tour por su planta para poder conocer el proceso de elaboración.

Cervecería Yucatán (Ceiba)

Ubicada en Mérida, Yucatán, por cuestiones de confidencialidad no se pudo obtener sus costos de producción ni ingresos anuales. Esta cervecería tiene una presentación de arraigo con el ser de origen yucateco, desde su nombre “Ceiba” que es un árbol considerado sagrado por lo mayas debido a su majestuosidad y belleza. Como plus, tiene un jardín donde se puede degustar la cerveza, este jardín está adaptado con la arquitectura característica de Mérida para un sentido de pertenencia aún mayor. Tiene 5 estilos de cerveza y 2 por temporada en presentaciones de 355

mL. Al igual sus puntos de venta son variados y su precio al público en general son de \$50 MXN.

Además de esto, se tienen distintas marcas de cerveza no registradas y pequeños negocios que tienen venta por redes sociales de las cuales no se puede tener un censo, pero existen y son parte de la oferta actual en México. El porcentaje de cervecerías para los distintos estilos se menciona en la Figura 13

RANKING	ESTILO	PROPORCIÓN DE CERVECERÍAS	RANKING	ESTILO	PROPORCIÓN DE CERVECERÍAS
1	PALE ALE	19.30%	17	IMPERIAL DIPA	1.88%
2	IPA	18.23%	17	WHEAT WINE ALE	1.88%
3	AMERICAN STOUT	10.19%	17	BELGIAN TRIPEL	1.88%
4	AMBER OR RED ALE	8.58%	17	EXPERIMENTAL BEER	1.88%
5	GOLDEN OR BLONDE ALE	7.24%	17	JUICY OR HAZY IPA	1.88%
6	ROBUST PORTER	6.70%	18	LIGHT LAGER	1.61%
7	IMPERIAL STOUT	5.36%	18	PUMPKIN SPICE BEER	1.61%
8	BROWN ALE	5.09%	18	SESSION IPA	1.61%
8	OATMEAL STOUT	5.09%	19	BLACK ALE	1.34%
9	CREAM ALE	4.83%	19	FRUIT BEER	1.34%
10	SWEET STOUT OR CREAM STOUT	4.02%	19	PILSNER	1.34%
11	BROWN PORTER	3.75%	19	BRITISH STOUT	1.34%
12	AMERICAN LAGER	3.49%	19	IRISH STOUT	1.34%
12	BELGIAN WITBIER	3.49%	19	COFFEE BEER	1.34%
12	IRISH RED ALE	3.49%	19	FRUIT BEER	1.34%
13	BELGIAN BLONDE ALE	3.22%	19	HERB AND SPICE BEER	1.34%
13	ENGLISH BROWN ALE	3.22%	19	HAZY IMPERIAL DIPA	1.34%
13	GERMAN HEFEWEIZEN	3.22%	19	SESSION BEER	1.34%
14	IMPERIAL PORTER	2.95%	19	SPICE BEER	1.34%
14	BALTIC PORTER	2.95%	20	AMBER LAGER	1.07%
15	GERMAN KOLSCH	2.88%	20	BELGIAN FRUIT BEER	1.07%
16	CACAO BEER	2.14%	20	MARZEN	1.07%
16	ENGLISH IPA	2.14%	20	JUICY OR HAZY PALE ALE	1.07%
16	EXPORT STOUT	2.14%	20	LAGER	1.07%
16	GERMAN PILSNER	2.14%			

Figura 13 Distintos estilos elaborados actualmente por cervecerías industriales

Cabe mencionar que este análisis fue hecho con las cervecerías artesanales, pero actualmente, las cervecerías industriales están incursionando en los estilos anteriormente mencionados, ya sea adquiriendo micro cervecerías o creando sus propios productos.

III.V Análisis Porter

1. Riesgo de ingreso de los competidores potenciales

La bebida principal del presente trabajo es un producto sencillo de elaborar, tal es así que se pueden encontrar muchos procesos, recetas y equipos caseros en internet para su elaboración a baja escala, pero ¿qué sucede cuando se quiere

comercializar con este? Existen ciertas barreras para poder ingresar a este mercado, tales como:

- Costo elevados debido a baja cantidad de insumos utilizados, así como dificultad para conseguir estos al no haber demasiada variedad de proveedores ya que se tiene un monopolio por las grandes cerveceras industriales.
- Los canales de distribución y publicidad también son un punto complicado, normalmente, se realizan eventos y congresos donde se puede presentar el producto al consumidor, pero estos carecen a veces de publicidad e interés, así que se tiene que idear una estrategia para llegar al consumidor y dar a conocer la cerveza.
- La carga fiscal es otro punto importante en México, la cerveza industrial paga alrededor de 3.50 pesos el litro, y la cerveza artesanal entre 10 y 12 pesos por litro. La ley actual del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) grava a todas las cervezas con el 26.5% sobre el precio de venta.
- En el 2013, la COFECE, delimitó la cantidad de producto en puntos de venta al 20% para que así todos tuvieran una participación equitativa y evitar el monopolio de las cervecerías industriales
- Al ser un producto artesanal, no se tiene una regulación específica pero debido al gran auge de este tipo de elaboraciones, se tiene la planeación de una norma para estos productos, esto puede conllevar a un alza en impuestos, así como exigencias por parte de la autoridad sanitaria al producto de elaboración, ya que como se mencionó anteriormente, muchos cerveceros realizan la bebida en su casa.³⁸

2. Poder de negociación de los compradores

Como se mencionó anteriormente, el porcentaje del mercado al cual se pretende vender es bajo desde el punto de vista comparativo a nivel nacional, pero en México se tiene un gran turismo, según el INEGI 2019 se recibieron visitas de alrededor de

³⁸ Deloitte, 2017

82 millones de personas, además del 39.2% de demanda en comercio de restaurantes seguido de *food truck* con un 12.4%.

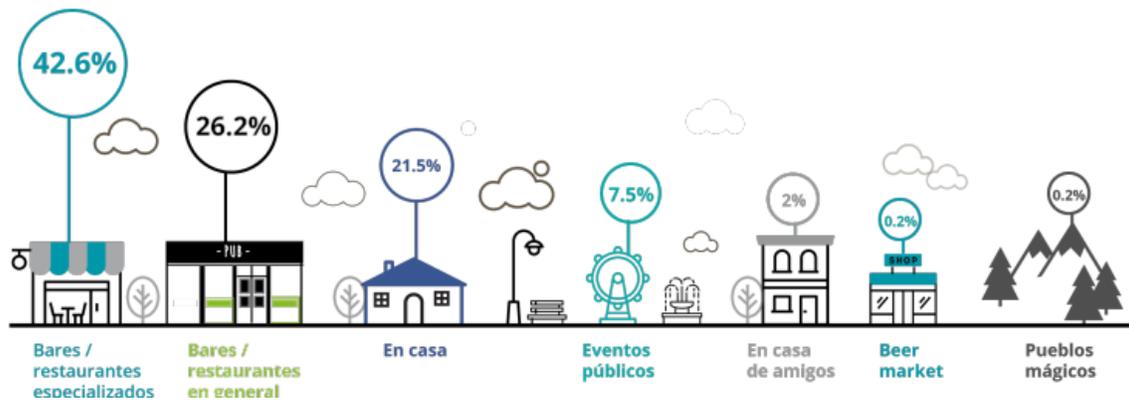


Figura 14 Lugares donde se consume cerveza artesanal. Deloitte 2017

De acuerdo con Deloitte, 2017; los consumidores de cerveza prefieren la cerveza artesanal un 26% por el gusto del sabor, 18.5% por la calidad y un 13.6% por un producto libre de aditivos. (Figura 15) El sector de la población que puede pagar un precio de \$60 y \$120 aseguran que la cerveza artesanal es mucho mejor que la industrial, para el otro sector aseguran lo mismo pero el precio se les hace elevado. Analizando esto tenemos que podemos llegar al consumidor si se ofrecen las características que ellos buscan y con las cuales estén satisfechos, ofreciendo calidad al precio justo.

Principales razones
por las que se consume cerveza artesanal

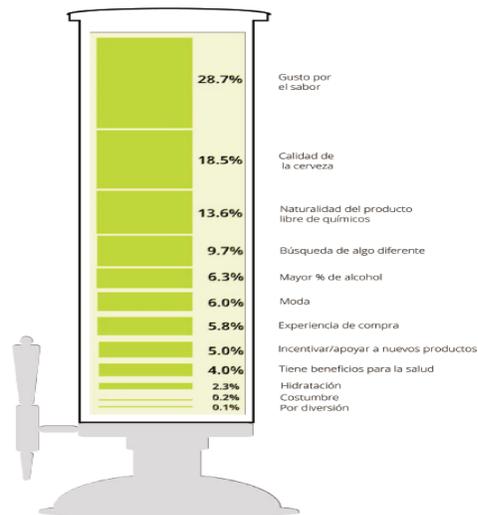


Figura 15 Principales razones por las que se consume cerveza artesanal

3. Amenaza de productos sustitutos

El objetivo de la cerveza artesanal “Malandi” S. de R.L. es llevar las tradiciones y el orgullo de ser mexicano; en Yucatán se tienen 2 bebidas alcohólicas locales potenciales como producto sustituto de la cerveza artesanal tanto para originarios como para turistas ya que al igual ofrecen un sentido de arraigo a la cultura.

- *Xtabentún*: Bebida ancestral de los mayas, es un licor de sabor y aroma dulce. es una especie de hidromiel, fabricada de miel de abejas meliponas yucatecas. Este tipo de abejas se caracteriza por no tener aguijón, su nombre maya es “*Xunán Kab*” que significa Señora Abeja. Otro ingrediente importante es el néctar de las flores de *Xtabentún*, flores típicas de la región. El nombre de estas flores significa “lianas que crecen en la piedra”. Estas flores tienen semillas con cualidades psicotrópicas como: amida de ácido lisérgico, hidroxietilamida de ácido lisérgico y ergonovina. Como ingrediente final se encuentra el anís, el cual hace que su olor y sabor sean más dulces.

- Licor de henequén: El licor de henequén o de sisal, es un destilado que se obtiene de a partir del *Agave fourcroydes*, es originario del Estado de Yucatán, México, produciéndose mayoritariamente en el municipio de Izamal.

4. Poder de negociación de proveedores

Desafortunadamente en Yucatán no se encuentra algún proveedor de malta, las cervecerías locales realizan su propio malteo o compran en otra entidad sus materias primas. Esta sería una de las mayores limitantes ya que se tiene que realizar una planeación de tiempo para contar con los insumos necesarios y no tener un problema en la producción por falta de materia prima, pero puede ser un área de oportunidad ya que se obtendría de otras entidades como Querétaro, Chihuahua, CDMX, Puebla y para incentivar ser el principal proveedor se puede negociar para obtener el mejor precio de materias primas.

III.VI Análisis FODA

Fortalezas:

- Experiencia en producción estandarizada
- Control de calidad en el proceso de elaboración
- Conocimiento de un proceso controlado para que sea reproducible además de apego a las leyes regulatorias en México
- Brindar conocimiento a la sociedad sobre el proceso de producción con visitas guiadas para ganar la confianza y darle seguridad al consumidor.
- Disminución en logística para el estado ya que la cerveza será producida ahí.
- Buen servicio al cliente

Oportunidades

- Gran turismo en Yucatán y a nivel nacional.
- Variedad de punto de venta donde ofrecer el producto.

- Brindar servicio de maquilación a pequeños elaboradores

Debilidades

- Poco conocimiento del mercado de la cerveza artesanal
- Ser considerado nuevo en una sociedad que, al ser pequeña, ya está establecida
- Producción a baja escala que ocasiona un aumento en los costos.
- Bajo personal en planta que puede ocasionar multitareas

Amenazas

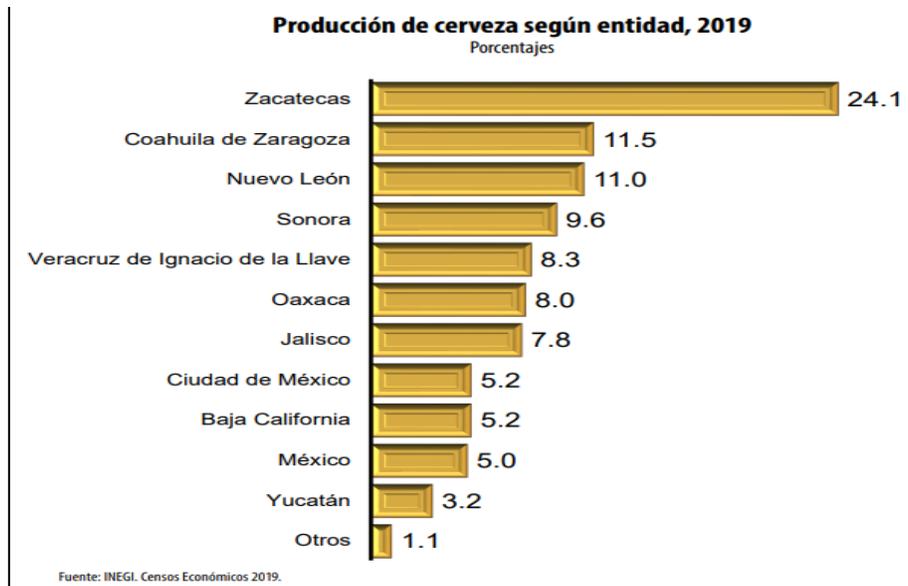
- Dos productores reconocidos, uno de ellos con características similares que mi producto.
- Proveedores de materia prima e insumos fuera del estado.
- Posible regulación por parte de la autoridad sanitaria en México.
- La ley actual del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS)
- Posible objetivo en conjunto con otras microcervecías de las dos grandes cervecías industriales existentes a nivel Nacional.

IV Estudio Técnico

Cómo se mencionó anteriormente, la cerveza artesanal será elaborada en el estado de Yucatán es un estado que cuenta con una extensión territorial de 43, 379 km² y un total de 106 municipios. Colindante con el Golfo de México, Quintana Roo y Campeche.

La temperatura promedio anual es de 26°C y tiene conexiones con los demás estados, pero con un tiempo estimado de llegada alto; dentro del estado se cuenta con el puerto marítimo, aeropuerto y carreteras. Yucatán es el estado con menor inseguridad del país dado su baja tasa de homicidios, delitos con violencia y con armas de fuego.

De acuerdo con el INEGI, 2019. Se presenta una gráfica donde se indica la producción de cerveza por entidad federativa donde Yucatán aporta con el 3.2% (Gráfica 7)



Gráfica 7 Producción de cerveza 2019

La planta estará ubicada al norte de la ciudad de Mérida cerca de carretera Mérida – Progreso – Sierra Papacal. En Kikteil, Yucatán. En un terreno de aproximadamente 1200m² con un valor de \$225, 225 MXN. Cabe aclarar que el terreno es mayor que lo planeado, pero para efectos de la planta sólo se ocupará ese espacio con posibilidades de expandirse.

La ubicación está cercana a otras plantas de diversas empresas en carretera al puerto de Progreso, puesto que esta zona es muy práctica para importar y exportar mercancía o insumos dada la cercanía al puerto; además, es una zona poco habitada pero que constantemente está en crecimiento. No hay problema con los servicios básicos e incluso la propiedad cuenta con un pozo propio.

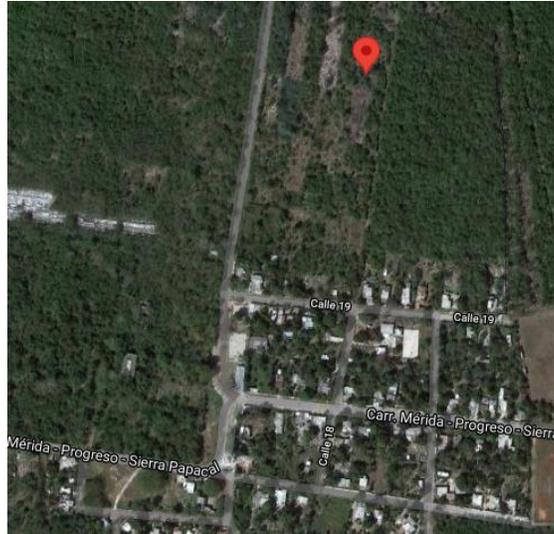


Figura 16 Imagen satelital obtenida de Google maps mostrando la ubicación de terreno

IV.1 Descripción del equipo a utilizar

A continuación, se tiene una breve descripción del equipo a utilizar para la elaboración de la cerveza. Este equipo será adquirido en “Innoximexico” y llevado a las instalaciones de la planta. Al igual, como se mencionó anteriormente, se cuenta con 13 unidades económicas en Yucatán que pueden brindar el mantenimiento de esta.

- Almacenador de malta: Almacenador hermético de plástico, grado alimentación con capacidad de 100 kg. La malta tiene que estar a no máximo 18°C y con una humedad mínima que evitaría la propagación de plagas.
- Molino para grano 2 rodillos: molino de tres rodillos con la tolva de aluminio para 6 kilos de grano, y cuenta con tres rodillos de 6 “por 1½” rodillos estriados que giran en rodamientos de bolas de precisión mecanizadas. Tres rodillos de aplastar el grano más a fondo y de manera uniforme de un molino de dos rodillos en su mayor extracto por libra de grano. Figura corriendo de 4 a 6 kilos por minuto a través de este molino dependiendo de su fuente de energía.
- Macerador: Equipo cervecero de 3 ollas a desnivel de 572L nominales con rango de 220 a 450L de producción (3.7BBL útiles). El sistema consta de HLT, *Mash Tun* y *Whirlpool*, los 3 taques son fabricados en acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 14 con tapa. Los 3 tanques son independientes y se

incluye su propia base con niveladores. Los 3 tanques se incluye calentamiento por medio de quemador de 23 espreas que trabaja con gas LP de alta eficiencia con chispero electrónico para encendido del quemador y válvula reguladora de gas. Los 3 tanque tienen medidas internas de 90cm de diámetro por 90cm de altura. Los 3 tanques incluyen grabado de nivel. El tanque HLT se incluye termómetro con conexión *clamp* y válvula de salida tipo *clamp* de mariposa, para la transferencia hacia el macerador y recirculado al mismo tanque se incluye bomba con cabezal de acero inoxidable de 1HP conexión a 110V y sus respectivas tuberías con conexión clamp de 1". El tanque Mash Tun se integra un falso fondo con corte lase con aperturas de 1mm por 10cm de longitud. Para toma de temperatura se integra un termómetro de aguja y para la descarga del grano compuerta rectangular de 230x330mm, se incluye rampa para descarga de grano. Para el recirculado y transferencia a Whirlpool se integra una 2da bomba con cabezal de acero inoxidable de 1HP con sus respectivas tuberías de acero inoxidable con conexiones clamp, para el lavado de grano se usa la 1er bomba por medio de juego de válvula tipo clamp mariposa. Se incorpora una pala de acero inoxidable con 4 orificios. Tanque Whirlpool incluye baffle interior para evitar rompimiento de *whirlpool* y evitar la menor transferencia de lúpulo al fermentador, para producir el *whirlpool* es por medio de la 2da bomba y juego de válvulas ya incluidas. Se incluye termómetro con adaptador clamp. Para el enfriamiento del mosto se incluye intercambiador de calor sellado de 1 etapa conectado a la bomba de tanque *whirlpool* para transferencia hacia el fermentador, conectada con tubería de acero inoxidable con conexiones clamp de 1". En el intercambiador se integra termómetro con válvula clamp para controlar la temperatura de salida

- Fermentador: Medidas del vaso: 80cm de diámetro por 91cm de altura. Cono: 80cm de diámetro por 70cm de altura. Fabricado en acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 14 con capacidad nominal de 575L (rango de operación de 170 a 460L). Incluye termómetro con adaptador clamp de 1.5". Válvula de salida de 1.5" clamp mariposa incorporada a *racking arm* con giro

- a 180° y válvula de purga de 1.5" clamp de mariposa. Como *airlock* se agrega espiga clamp con manguera PVC grado alimenticio para descarga en recipiente de agua (Recipiente de agua no está incluido). Se incluye puerto CIP de 2" clamp.
- Filtro: Canasta de malla de acero inoxidable de 300 micrones para macerar. Mide 35 cm de diámetro por 36 cm de alto. Incluye un asa para sacarlo de la olla fácilmente y tiene unas patitas que le dan una altura de 3 cm.
 - Tanque de almacenamiento: Tanque de almacenamiento con fondo cónico para descargas del 100% fabricado en acero inoxidable 304 grado alimenticio calibre 14 con una capacidad total de 697L a derrame para trabajar con un volumen útil de 660L, medidas internas del tanque de 97cm de diámetro por 91cm de altura más 10cm de altura de cono. Se incluye tapa sobrepuesta en calibre 18 en AI304. Para la descarga se incluye salida de 1.5" con válvula de mariposa tipo clamp. Patas con niveladores. Se incluye puerto CIP con férula de 2" (*Spray ball* se vende por separado). Se incluye un puerto para recirculado y un puerto más adicional en el vaso de 1.5". En el cuerpo del tanque se incluye una conexión más adicional de 1.5", estos puertos con sus respectivos tapones. Se incluye dos puertos con férula clamp de 1.5" en el cuerpo del tanque para colocar indicador de nivel (no incluido se cotiza por separado en caso de ser requerido por el cliente). Terminado: Acabado mate o P3 (de fabrica) soldadura con proceso TIG, las soldaduras internas borraras/pulidas quedando en una sola pieza, Soldadura externas únicamente lavada para no debilitar soldadura. Las patas sin pulir, con el acabado natural de fabrica mate o P3.
 - Envasado: Llenadora de 2 válvulas de acero inoxidable con válvulas a contra presión. Las cuatro válvulas cuentan con entrada de CO2 como de cerveza con conexiones rápidas para su fácil lavado. Cuenta con válvula de alivio para regular el flujo de llenado y purga de la botella. La velocidad de llenado es de 40 segundos por botella dando 70botellas/hora

IV.II Descripción del mobiliario de oficina.

En el diseño de la planta se tiene considerado incorporar una pequeña oficina y para ellos se necesita mobiliario, a continuación, se realiza una pequeña descripción:

- Mesa de trabajo: Mesa plegable, Resina y estructura de acero, 73.6 cm ancho, 182 cm largo, 67 cm alto
- Silla de oficina: Silla de Oficina *Coscorp Lancaster*, Ruedas, pistón neumático, BIFMA standard con perilla de tensión graduable y bloqueo, 85.97 cm (Al.), 57 cm (An.), 56 cm (Pr.)
- Equipo de cómputo: Laptop *Lenovo IdeaPad 15"*. Procesador Intel Celeron, Windows 10 *Home Single*, RAM 4GB, almacenamiento 1TB HDD.
- Otro equipo: impresora, etc.

IV.III Materias primas e insumos:

Como ya se mencionó, para efectos del presente trabajo, el producto a elaborar será una cerveza pale de xec (zumo de toronja mandarina y chile molido) contiene sedimento., de donde se obtendrá la lista de insumos:

- Agua: Es la materia prima principal en la elaboración de la bebida, esta debe ser potable y cumplir con todas las características fisicoquímicas de la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización
- Pale Ale *Weyermann* base: Malta que aportará los azúcares para su posterior fermentación
- *Weyerman caramunich T3 (60L)*: Malta utilizada para un sabor más intenso a malta, aumentar la consistencia y el cuerpo además de intensificar el color
- Lúpulo *chinook*: Otorgar amargor y efecto bacteriostático a la cerveza artesanal
- Levadura: Microorganismo que fermenta los azúcares disponibles en el mosto dulce para su posterior producción de alcohol (*Sacharommyces Cerevisae*)
- Extracto de toronja, mandarina: Ingredientes característicos de xec

- Chile molido: ingrediente característico de xec
- Azúcar estándar: Producción de CO₂ en la maduración de la bebida.
- Botellas ámbar de 355 mL
- Corcholatas para botella de cuello largo de 355 mL

El tamaño de la planta es de 1200 m² con dos líneas de equipo de producción y con una posibilidad de agregar 1 líneas de equipo más adelante dependiendo de la demanda en años siguientes. La capacidad de producción es de 1350L/mensuales dando así una producción anual de 16 200L; Se trabajará con una capacidad del 80% dando como resultado una producción anual de 12 960 L y 1 procesos por mes

A continuación, se muestra un plano básico del desarrollo de la planta de producción, donde podemos observar las entradas y salidas en un sistema PEPS, además de las líneas de producción, almacenes de materia prima, producto terminado, zona de tratamiento de frutas y oficina administrativa.

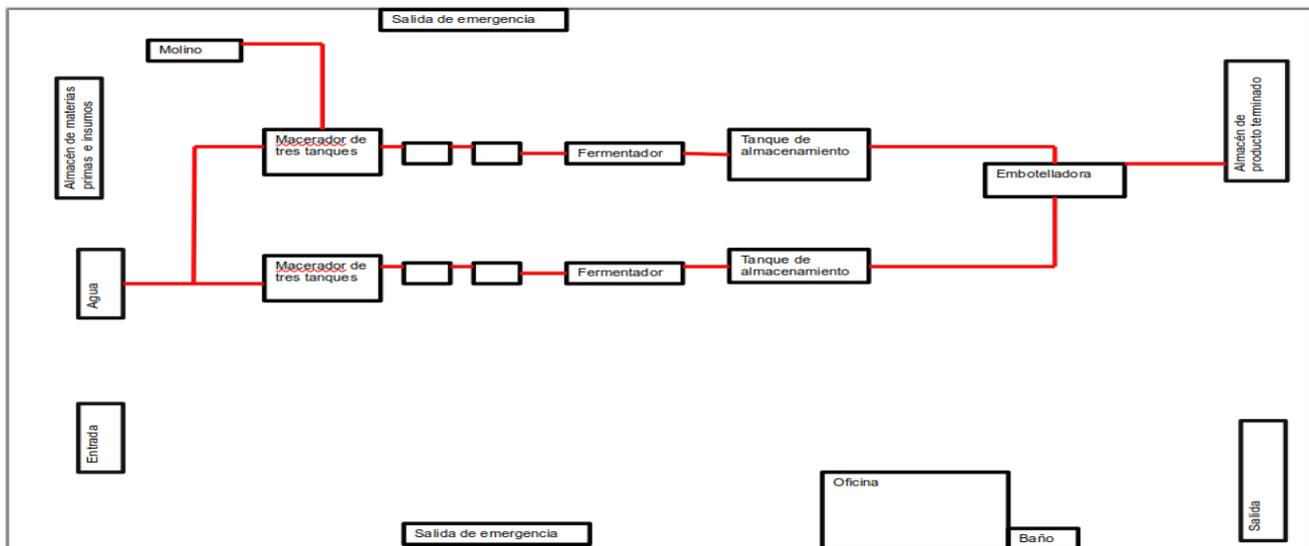


Diagrama 3 Plano básico en 2D sobre la organización de la planta

IV.IV Proceso de elaboración de la cerveza ejemplo

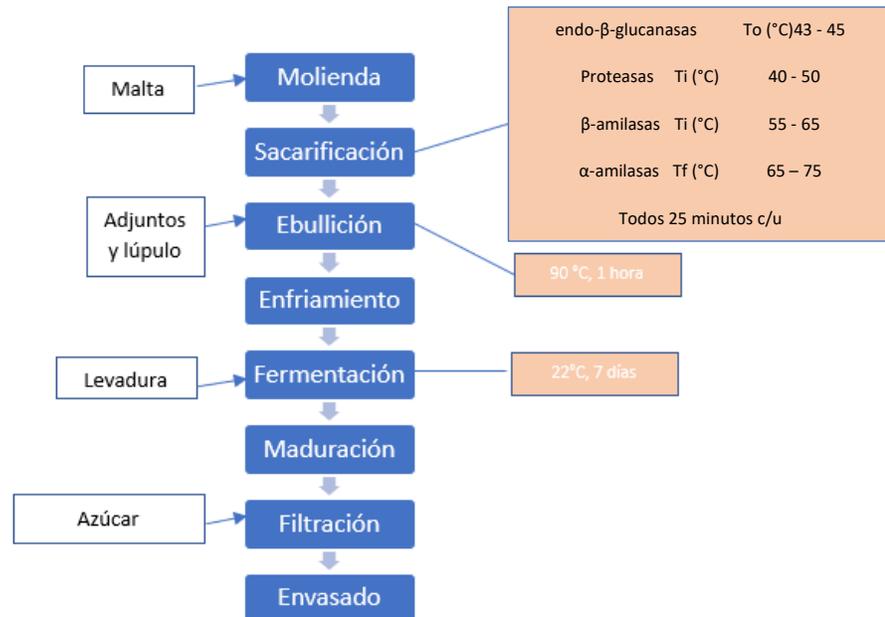


Diagrama 4 Diagrama de flujo proceso de producción

- Molienda: En este paso se reduce el tamaño de partícula de las maltas utilizada a manera de que se pueda llevar a cabo con mayor facilidad la sacarificación
- Sacarificación: En este parte del proceso, se calienta la malta con el agua a ciertas temperaturas (Diagrama 4) a manera de que las enzimas requeridas actúen formando los azúcares desde el almidón de la malta. Cada enzima actuará un tiempo de 25 minutos, dando un total de tiempo de sacarificación de 100 minutos.
- Ebullición: En esta parte se tiene una cocción al mosto dulce para realizar una “pasteurización”, se realiza a 90°C/1h. Es considerado un punto crítico de control ya que se reduce la carga microbiana para garantizar la vida de anaquel del producto y seguridad del consumidor.
- Enfriamiento: En esta parte se realiza un choque térmico al producto para evitar la proliferación de microorganismos, además de que para agregar la levadura tiene que ser a condiciones de ambiente sino esta morirá.

- Fermentación: En esta parte del proceso, el mosto dulce se cambia al fermentador y se agrega la levadura. Al ser una cerveza de tipo ale, se dejará fermentar a 22°C durante 7 días.
- Maduración: Posteriormente la bebida fermentada se almacenará en el madurador, previamente filtrada, para dejar reposar y que sucedan las reacciones químicas que nos llevarán a los sabores característicos de la cerveza
- Filtración: Para llevar esta parte del proceso, se le colocará al almacenador un filtro tipo canasta para que se evite el paso de cualquier partícula que aún quede en el producto (levadura, malta, etc.)
- Envasado: Se realizará el paso de la cerveza a botellas ámbar de 355 mL y se agregará azúcar para que se realice la carbonatación de la bebida.

IV.V Inversión inicial

	Costo unitario	Unidades	Total	Total con IVA
Planta industrial				
Terreno 1200 m2	-	1	\$ 194.159,48	\$ 225.225,00
Construcción	-		\$ 97.079,31	\$ 112.612,00
Total planta industrial			\$ 291.238,79	\$ 337.837,00
Equipo proceso				
Almacenador de grano 100kg	\$ 5.100,00	5	\$ 21.982,76	\$ 25.500,00
Molino 6Kg/min	\$ 4.000,00	1	\$ 3.448,28	\$ 4.000,00
Macerador 575L nominales	\$ 273.627,00	2	\$ 471.770,69	\$ 547.254,00
Bomba de agua	\$ 5.500,00	1	\$ 4.741,38	\$ 5.500,00
Fermentador 575L nominales	\$ 88.231,40	2	\$ 152.123,10	\$ 176.462,80
Filtro canasta	\$ 1.380,00	2	\$ 2.379,31	\$ 2.760,00
Tanque de almacenamiento 697L nominales	\$ 79.854,00	2	\$ 137.679,31	\$ 159.708,00
Envasado 2 botellas	\$ 23.617,30	2	\$ 40.719,48	\$ 47.234,60
Otros costos de instalación y/o equipo	-	-	\$ 116.379,31	\$ 135.000,00
Total equipo			\$ 951.223,62	\$ 1.103.419,40
Mobiliario				
Mesas de trabajo	\$ 2.099,00	2	\$ 3.618,97	\$ 4.198,00
Sillas	\$ 1.129,00	4	\$ 3.893,10	\$ 4.516,00
Equipo computo	\$ 8.799,00	2	\$ 15.170,69	\$ 17.598,00
Otro equipo de oficina	\$ 4.000,00	-	\$ 3.448,28	\$ 4.000,00
Total mobiliario			\$ 22.682,76	\$ 26.312,00
Materia prima				
		Kg anuales	Costo anual sin IVA	Costo anual
Agua L	\$ 0,05	12960	\$ 558,62	\$ 648,00
Pale Ale Weyermann base	\$ 50,00	6072	\$ 261.724,14	\$ 303.600,00
Weyerman caramunich T3 (60L)	\$ 65,00	738	\$ 41.353,45	\$ 47.970,00
Lupulo Presentación kg	\$ 964,00	69,12	\$ 57.441,10	\$ 66.631,68
Levadura sobre kg	\$ 1.400,00	11,04	\$ 13.324,14	\$ 15.456,00
Extracto toronja	\$ 37,00	810	\$ 25.836,21	\$ 29.970,00
Extracto mandarina	\$ 37,00	810	\$ 25.836,21	\$ 29.970,00
Chile molido	\$ 120,00	30	\$ 129,31	\$ 150,00
Azucar estandar	\$ 25,00	48	\$ 1.034,48	\$ 1.200,00
Total materia prima			\$ 427.237,66	\$ 495.595,68
Insumos				
Botella	\$ 3,00	24339	\$ 62.945,69	\$ 73.017,00
Etiqueta	\$ 0,67	24339	\$ 14.057,87	\$ 16.307,13
Corcholata	\$ 0,29	24339	\$ 6.084,75	\$ 7.058,31
Total insumos				\$ 96.382,44
Total inversion inicial				\$ 2.059.546,52

Tabla 6: Inversión Inicial

En

la

	Costo unitario	Unidades	Total	Total con IVA
Planta industrial				
Terreno 1200 m2	-	1	\$ 194.159,48	\$ 225.225,00
Construcción	-		\$ 97.079,31	\$ 112.612,00
Total planta industrial			\$ 291.238,79	\$ 337.837,00
Equipo proceso				
Almacenador de grano 100kg	\$ 5.100,00	5	\$ 21.982,76	\$ 25.500,00
Molino 6Kg/min	\$ 4.000,00	1	\$ 3.448,28	\$ 4.000,00
Macerador 575L nominales	\$ 273.627,00	2	\$ 471.770,69	\$ 547.254,00
Bomba de agua	\$ 5.500,00	1	\$ 4.741,38	\$ 5.500,00
Fermentador 575L nominales	\$ 88.231,40	2	\$ 152.123,10	\$ 176.462,80
Filtro canasta	\$ 1.380,00	2	\$ 2.379,31	\$ 2.760,00
Tanque de almacenamiento 697L nominales	\$ 79.854,00	2	\$ 137.679,31	\$ 159.708,00
Envasado 2 botellas	\$ 23.617,30	2	\$ 40.719,48	\$ 47.234,60
Otros costos de instalación y/o equipo	-	-	\$ 116.379,31	\$ 135.000,00
Total equipo			\$ 951.223,62	\$ 1.103.419,40
Mobiliario				
Mesas de trabajo	\$ 2.099,00	2	\$ 3.618,97	\$ 4.198,00
Sillas	\$ 1.129,00	4	\$ 3.893,10	\$ 4.516,00
Equipo computo	\$ 8.799,00	2	\$ 15.170,69	\$ 17.598,00
Otro equipo de oficina	\$ 4.000,00	-	\$ 3.448,28	\$ 4.000,00
Total mobiliario			\$ 22.682,76	\$ 26.312,00
Materia prima				
		Kg anuales	Costo anual sin IVA	Costo anual
Agua L	\$ 0,05	12960	\$ 558,62	\$ 648,00
Pale Ale Weyermann base	\$ 50,00	6072	\$ 261.724,14	\$ 303.600,00
Weyerman caramunich T3 (60L)	\$ 65,00	738	\$ 41.353,45	\$ 47.970,00
Lupulo Presentación kg	\$ 964,00	69,12	\$ 57.441,10	\$ 66.631,68
Levadura sobre kg	\$ 1.400,00	11,04	\$ 13.324,14	\$ 15.456,00
Extracto toronja	\$ 37,00	810	\$ 25.836,21	\$ 29.970,00
Extracto mandarina	\$ 37,00	810	\$ 25.836,21	\$ 29.970,00
Chile molido	\$ 120,00	30	\$ 129,31	\$ 150,00
Azucar estandar	\$ 25,00	48	\$ 1.034,48	\$ 1.200,00
Total materia prima			\$ 427.237,66	\$ 495.595,68
Insumos				
Botella	\$ 3,00	24339	\$ 62.945,69	\$ 73.017,00
Etiqueta	\$ 0,67	24339	\$ 14.057,87	\$ 16.307,13
Corcholata	\$ 0,29	24339	\$ 6.084,75	\$ 7.058,31
Total insumos				\$ 96.382,44
Total inversion inicial				\$ 2.059.546,52

Tabla 6 se puede observar el desglose de los costos para la inversión inicial requerida, dando un total de \$2, 059, 546.52 MXN

V. Estudio financiero

V.I Análisis de costos

Se presentan los costos del producto para poder determinar el precio de venta. En la Tabla 8 se muestra la producción anual. Así como las botellas a utilizar para el primero volumen de producción.

Produccion anual (L)	12960
Envase	Botella de vidrio
Capacidad envase	0,355
Produccion(botellas)	36507
Etiquetas	36507
Corcholatas	36507
Empaque	Caja de cartón
Botellas por caja	24
Cajas requeridas	1521
Factor botella/litro	2,817
Litros por caja	8,5

Tabla 8 Producción anual

Para comenzar con el estudio financiero, se requiere analizar todos los costos que influyen en el costo final del producto:

a. Costo de producción:

A continuación, se presentan los costos de producción calculados para los litros anuales (se incluyen los 12 procesos)

Materias primas e insumos indirectos	Unidad de medida	Costo/unidad	Cantidad	Costo total	Insumos/litro	Costo/litro	Costo/botella
Agua L	L	\$ 0,04	8640	\$ 345,60	0,6667	\$ 0,03	\$ 0,01
Pale Ale Weyermann base	Kg	\$ 50,00	4048	\$ 202.400,00	0,3123	\$ 15,62	\$ 5,54
Weyerman caramunich T3 (60L)	Kg	\$ 65,00	492	\$ 31.980,00	0,0380	\$ 2,47	\$ 0,88
Lupulo Presentación kg chinook	Kg	\$ 850,00	46,08	\$ 39.168,00	0,0036	\$ 3,02	\$ 1,07
Levadura sobre kg	Kg	\$ 1.400,00	7,36	\$ 10.304,00	0,0006	\$ 0,80	\$ 0,28
Extracto toronja	L	\$ 37,00	540	\$ 19.980,00	0,0417	\$ 1,54	\$ 0,55
Extracto mandarina	L	\$ 37,00	540	\$ 19.980,00	0,0417	\$ 1,54	\$ 0,55
Chile molido	Kg	\$ 120,00	20	\$ 2.400,00	0,0015	\$ 0,19	\$ 0,07
Azucar estándar	Kg	\$ 25,00	32	\$ 800,00	0,0025	\$ 0,06	\$ 0,02
Botella	Unidad	\$ 3,00	24339	\$ 73.017,00	1,8780	\$ 5,63	\$ 2,00
Etiqueta	Unidad	\$ 0,67	24339	\$ 16.307,13	1,8780	\$ 1,26	\$ 0,45
Corcholata	Unidad	\$ 0,29	24339	\$ 7.058,31	1,8780	\$ 0,54	\$ 0,19
				\$ 423.740,04		\$ 32,70	\$ 11,61

Tabla 9 Costos de Producción

Dándonos un total de costo por botella de \$11.61 MXN

b. Costo de mano de obra

Se presentan los costos por mano de obra, al ser una producción relativamente pequeña, sólo se tendrán a 4 personas en el proceso desde elaboración hasta venta. Cabe aclarar que el personal a participar es parte del proyecto y se puede prescindir del salario mensual pero aun así se consideró:

Puesto	Cantidad	Salario	Carga social	Total	Salario anual	Costo/litro	Costo por botella
Maestro cervecero	1	\$ 6.000,00	\$ 1.800,00	\$ 7.800,00	\$ 93.600,00	\$ 0,60	\$ 0,21
Ayudante de producción	1	\$ 5.500,00	\$ 1.650,00	\$ 7.150,00	\$ 85.800,00	\$ 0,55	\$ 0,20
Ayudante general	1	\$ 4.000,00	\$ 1.200,00	\$ 5.200,00	\$ 62.400,00	\$ 0,40	\$ 0,14
Ventas & calidad	1	\$ 6.000,00	\$ 1.800,00	\$ 7.800,00	\$ 93.600,00	\$ 0,60	\$ 0,21
Total	4,00	\$ 21.500,00	\$ 6.450,00	\$ 27.950,00	\$ 335.400,00	\$ 2,16	\$ 0,77

Tabla 10 Costos mano de obra

Dándonos un costo por botella de \$0.77 MXN

c. Costos de administración

Se presentan los costos de administración, el costo de internet incluye telefonía local. Por ahora si se llegase a necesitar usar el teléfono móvil se trabajará con datos propios. Para el cálculo del agua, que incluye el volumen a producir además del utilizado para lavar, etc., se tiene la relación que para producir un litro de cerveza se requieren 5 litros de agua.

Al igual, para fines del presente trabajo, el consumo de luz es teórico además de que con un reciclaje de energía producida al momento del enfriamiento puede ser disminuido.

Concepto	Importe (mes)	Importe anual	Costo/litro	Costo por botella
Agua	\$ 400,00	\$ 4.800,00	0,370	0,13
Luz	\$ 3.000,00	\$ 36.000,00	2,778	0,99
Internet	\$ 400,00	\$ 4.800,00	0,370	0,13
Gasolina	\$ 1.000,00	\$ 12.000,00	0,926	0,33
Mantenimiento	\$ 1.500,00	\$ 18.000,00	1,389	0,49
Gas LP	\$ 600,00	\$ 7.200,00	0,556	0,20
Total	\$ 6.300,00	\$ 75.600,00	5,83	2,27

Tabla 11 Costos de administración

Dándonos un costo por botella de \$2.27 MXN

Teniendo estos costos, se puede determinar el precio de venta del producto. Considerando un margen de ganancia del 45%. Obteniendo así el precio de venta a restaurantes por botella de \$ 33.54 MXN. Cabe aclarar que conforme el proyecto avance, este margen de ganancia puede cambiar de acuerdo con la recepción inicial del producto. Como ejercicio adicional se calculó el precio estimado por parte del restaurante o bar hacia al público en general, con un margen de ganancia del 50% quedando así de \$67.08 MXN.

Suma de costos		Mg 45%
Producción	\$ 11,61	
Mano de obra	\$ 0,77	
Administración	\$ 2,27	
Total	\$ 14,64	
IVA	\$ 2,34	
IEPS	\$ 1,46	
Costo total con impuestos	\$ 18,45	
Precio para vender a restaurantes	\$ 33,54	
Precio al público por parte de restaurantes o bares, margen de ganancia 50%	\$ 67,08	

Tabla 12 Precio de producto terminado con margen de ganancia

V.II Estado de resultados.

Se presenta el análisis de la empresa a 10 años, considerando una inflación constante del a partir del tercer año, según pronosticado por el Banco de México, de 3.5%³⁹ y a una capacidad instalada de 80% con un total de 12 procesos anuales, para el segundo año un aumento de capacidad al 85% y para el tercer año al 90% manteniendo este como la capacidad final instalada permanente.

Concepto/año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Procesos al año	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14
Producción anual (L)	12960	14904	16394,4	16394,4	16394,4	16394,4	16394,4	16394,4	16394,4	16394,4
Botellas	36508	41985	46183	46183	46183	46183	46183	46183	46183	46183
Inflación	0 %	4,6%	3,9%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%
Incremento salarial	0 %	4,6%	3,9%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%

Podemos observar que el periodo de retorno de la inversión (PRI) es de 4 años y 6 meses.

³⁹<https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CR154&locale=es>

Concepto/año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	\$ 1.224.468,09	\$ 1.473.194,30	\$ 1.684.037,86	\$ 1.742.979,19	\$ 1.803.983,46	\$ 1.867.122,88	\$ 1.932.472,18	\$ 2.000.108,71	\$ 2.070.112,51	\$ 2.142.566,45
Devoluciones y descuentos	\$ 24.489,36	\$ 29.463,89	\$ 33.680,76	\$ 34.859,58	\$ 36.079,67	\$ 37.342,46	\$ 38.649,44	\$ 40.002,17	\$ 41.402,25	\$ 42.851,33
Ingresos netos	\$ 1.199.978,73	\$ 1.443.730,41	\$ 1.650.357,11	\$ 1.708.119,60	\$ 1.767.903,79	\$ 1.829.780,42	\$ 1.893.822,74	\$ 1.960.106,53	\$ 2.028.710,26	\$ 2.099.715,12
Costos de producción	\$ 603.140,04	\$ 631.005,11	\$ 655.740,51	\$ 678.691,43	\$ 702.445,63	\$ 727.031,22	\$ 752.477,32	\$ 778.814,02	\$ 806.072,51	\$ 834.285,05
Utilidad marginal	\$ 596.838,69	\$ 812.725,30	\$ 994.616,60	\$ 1.029.428,18	\$ 1.065.458,16	\$ 1.102.749,20	\$ 1.141.345,42	\$ 1.181.292,51	\$ 1.222.637,75	\$ 1.265.430,07
Costos de administración	\$ 138.000,00	\$ 144.375,60	\$ 150.035,12	\$ 155.286,35	\$ 160.721,38	\$ 166.346,62	\$ 172.168,76	\$ 178.194,66	\$ 184.431,47	\$ 190.886,58
Costos de venta	\$ 93.600,00	\$ 97.924,32	\$ 101.762,95	\$ 105.324,66	\$ 109.011,02	\$ 112.826,41	\$ 116.775,33	\$ 120.862,47	\$ 125.092,65	\$ 129.470,90
Costos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad bruta	\$ 365.238,69	\$ 570.425,38	\$ 742.818,52	\$ 768.817,17	\$ 795.725,77	\$ 823.576,17	\$ 852.401,34	\$ 882.235,38	\$ 913.113,62	\$ 945.072,60
ISR 42%	\$ 153.400,25	\$ 239.578,66	\$ 311.983,78	\$ 322.903,21	\$ 334.204,82	\$ 345.901,99	\$ 358.008,56	\$ 370.538,86	\$ 383.507,72	\$ 396.930,49
PTU 10%	\$ 3.652,39	\$ 57.042,54	\$ 74.281,85	\$ 76.881,72	\$ 79.572,58	\$ 82.357,62	\$ 85.240,13	\$ 88.223,54	\$ 91.311,36	\$ 94.507,26
Utilidad neta	\$ 522.291,33	\$ 273.804,18	\$ 356.552,89	\$ 369.032,24	\$ 381.948,37	\$ 395.316,56	\$ 409.152,64	\$ 423.472,98	\$ 438.294,54	\$ 453.634,85
Depreciación y amortización	\$ 61.223,40	\$ 73.659,71	\$ 84.201,89	\$ 87.148,96	\$ 90.199,17	\$ 93.356,14	\$ 96.623,61	\$ 100.005,44	\$ 103.505,63	\$ 107.128,32
Flujo neto de efectivo	\$ 583.514,73	\$ 347.463,90	\$ 440.754,78	\$ 456.181,20	\$ 472.147,54	\$ 488.672,71	\$ 505.776,25	\$ 523.478,42	\$ 541.800,16	\$ 560.763,17

Tabla 13 Estado de resultados a 10 años

Posteriormente, considerando la inversión inicial, realizamos el cálculo de VAN (Valor Actual Neto) que es el resultado del valor monetario que resulta de restar el FN (Flujo Neto Actual) a la inversión inicial del proyecto en un horizonte de tiempo dado. Con un riesgo (*i*) del 15% (Riesgo medio) La fórmula para calcularlo es la siguiente:

$$VAN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^{n+1}} \cdots \frac{FNE_{10}}{(1+i)^{10}}$$

Donde P: Inversión inicial

FNE_n= Flujo Neto Actual

i = Riesgo

Inversión	\$ 2.059.546,52	/		0,15	
FNE		(1+i)	Division		Suma (FNE total)
\$	583.514,73		1,15	\$ 507.404,11	\$ 2.420.662,26
\$	347.463,90		1,3225	\$ 262.732,63	VAN
\$	440.754,78		1,520875	\$ 289.803,42	\$ 361.115,74
\$	456.181,20		1,74900625	\$ 260.823,08	
\$	472.147,54		2,0113571875	\$ 234.740,77	
\$	488.672,71		2,31306076563	\$ 211.266,70	
\$	505.776,25		2,66001988047	\$ 190.140,03	
\$	523.478,42		3,05902286254	\$ 171.126,02	
\$	541.800,16		3,51787629192	\$ 154.013,42	
\$	560.763,17		4,04555773571	\$ 138.612,08	

Tabla 14 Calculo de VAN

Obtenemos una VAN de \$ 361, 115.74 lo cual podemos utilizar para calcular la rentabilidad que tenemos, para esto dividimos el VAN entre la inversión inicial \$2, 059, 546.52 dando como resultado \$0.17, lo cual nos indica que por cada peso invertido recuperamos \$0.17

Ya que tenemos el VAN, calculamos la TIR. La vinculación entre la TIR y el VAN es directa ya que la TIR puede definirse como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. Para esto primero tenemos que conocer el valor de k_{TIR} , para que la TIR se igual a la suma de los flujos netos de efectivo descontados de la versión inicial. Utilizando una programación tenemos que $k_{TIR} = 0.19$ (19%)

Tenemos otra variable necesaria llamada TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento), esta es la tasa mínima que una inversión está dispuesta a recibir. Al calcularla tenemos que:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde i : riesgo

f : inflación actual

$$TMAR = 0,15 + 6,19 + (0,15 * 6,19) = 0.072$$

Por lo tanto, al ser $k_{TIR} > k_{TMAR}$ se aceptaría el proyecto de inversión con una TIR del 19%

Inversión	\$ 2.059.546,52	k=	0,190000	
FNE		(1+i)	Division	Suma (FNE total)
\$	583.514,73	1,19	490348,51	\$ 2.086.216,45
\$	347.463,90	1,4161	245366,78	
\$	440.754,78	1,685159	261550,86	
\$	456.181,20	2,00533921	227483,31	
\$	472.147,54	2,3863536599	197853,13	
\$	488.672,71	2,83976085528	172082,34	
\$	505.776,25	3,37931541778	149668,26	
\$	523.478,42	4,02138534716	130173,65	
\$	541.800,16	4,78544856312	113218,26	
\$	560.763,17	5,69468379012	98471,34	

Tabla 15 Calculo de TIR

Conclusiones:

Definitivamente todo el entorno en la elaboración de la cerveza es espectacular y el hecho de que sea un proceso con versatilidad, la cerveza artesanal permite explorar una gran variedad de estilos de acuerdo con las necesidades o al producto buscado.

Por otro lado, se tienen algunos puntos negativos, el primero de ellos es la monopolización del mercado debido a la presencia de los dos grandes productores industriales, cabe recalcar que esto ha cambiado con el tiempo y gracias a la tendencia de probar cosas nuevas, cada vez la cerveza artesanal va tomando participación en el mercado mexicano.

Con la cerveza artesanal se pueden transmitir sentimientos y sentido de pertenencia además de sabores exóticos que son buscados por los consumidores.

Otro punto es la dificultad de encontrar el producto en los mercados ya que siempre se tiene una preferencia hacia los industriales. Al realizar la producción a un nivel pequeño, los costos son mucho mayores además del IEPS que no tiene comparación con los de las cervecerías industriales y se ve reflejado con el ejemplo realizado, pero aun así se obtuvo un rendimiento favorable para comenzar con el proyecto.

Claro que queda mucho camino por delante para lograr que el producto llegue a ser regulado y la disminución al pago de impuesto que bien pueden ser ocupados para una mercadotecnia y publicidad al producto para que sea más conocido.

De acuerdo con los datos calculados, el proyecto es aceptado considerando que se tendrá una demanda constante para recuperar la inversión inicial, así como soportar el primero año de producción que siempre es el más difícil además de considerar situaciones normales, como un gran ejemplo fue la pandemia de COVID-19 que repercutió en gran medida para la economía del país y en específico de la industria cervecera al detener la producción por un tiempo. Así como la disminución de importaciones de insumos, exportaciones de productos y turismo.

Cabe aclarar que actualmente estamos acercándonos a una crisis económica importante donde los precios al consumidor están llegando a un límite no visto desde hace ya algunos años, pero de acuerdo con la investigación, se estima situación de mejora en los 2 siguientes años. Así que tenemos números favorables aún con todos los puntos mencionados.

La mejora continua es vital en cualquier proceso para obtener la mayor calidad y eficiencia posible reduciendo los costos involucrados. Durante desarrollo del proyecto se consideran maneras alternas de obtener el mayor provecho, tales como ofrecer molienda a otras microcervecerías locales, maquila a pequeños productores, así como en el proceso aprovechar el CO₂ producido en el momento de la fermentación. Así como maneras de promocionar el producto mediante campañas y participación en diferentes grupos y asociaciones.

Bibliografía

1. Acermex. (2018). **Reporte de la Industria Cervecera Independiente Mexicana.**
2. Antonio Cañongo, Ixcel. **Aprovechamiento de los subproductos de la industria cervecera”** (2023) Tesina UNAM
3. Araujo, F. (2017). **Desarrollo de la Industria Cervecera en México.** Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
4. Banco de México (2022). Informes trimestrales abril-junio 2022. Consultado en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informes-trimestrales/informes-trimestrales-precios.html>
5. Berlitz, H.-D, Grosch, W., Schieberle, P- (2009). **Food Chemistry.** Germany. Sringer.
6. Brewery History Society (2010). **Brewed in Northants by Mike Brown with Brian Willmott.**
7. Cerveceros de México (2022) <https://cervecerosdemexico.com/2018/07/31/la-receta-de-cerveza-mas-antigua-del-mundo/>
8. Comrie, A. A. (1967). **Brewing Liquor – a review. J. Institute Brewing. Manchester.**
9. CONEVAL (2020). Medición de la pobreza. Consultado en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Medici%C3%B3n/Acceso-a-servicios-basicos-vivienda.aspx>
10. Corrales, C., Vera, J.I. (2022). **Industrialización del agua y producción de cerveza en Monterrey.** Intersticios sociales [online]. n.23, pp.317-347. <https://doi.org/10.55555/is.23.410>.
11. CraftBeer.com. (2016). Beer & food course”
12. De Keukeleire, Denis. (2000). **Fundamentals of beer and hop chemistry.** Química Nova. 23. 10.1590/S0100-40422000000100019.

13. Del Carmen, M. R. & Krammer, J. P. **Apuntes para la historia de la cerveza en México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia**, 2012. Consultado en: <https://www.inah.gob.mx/en/boletines/849-historia-de-la-cerveza-en-mexico>
14. El pulque: entre la tradición, la picardía y el olvido. Consultado en: <https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/x2b9fmtebc-3>
15. Fonseca, V. (2007). Breve Historia de la cerveza. Virtual Pro No. 64. Colombia.
16. Galaz, Y. & Ruiz Urquiza, S.C. (2017). Deloitte. **Cerveza Artesanal México**.
17. Gobierno del estado de Yucatán. Hanal pixan - Consultado en: https://www.yucatan.gob.mx/?p=hanal_pixan
18. Grupo Heineken (2022). Consultado en: <https://heinekenmexico.com/noticia/cuauhtemoc-moctezuma-somos-el-mejor-lugar-para-trabajar>.
19. Grupo Modelo (2022) <https://www.grupomodelo.com/quienes-somos/nuestra-historia>.
20. Hart, J. **Imperio y Revolución. Estadounidenses en México desde la Guerra Civil hasta finales del siglo xx**, p. 432.
21. Informe estadístico región mundo maya (2019). Cuarto trimestre. Consultado en: <http://www.sefotur.yucatan.gob.mx/filescontent/general/3722cfed0ebb2cae2d5146b2e66a1070.pdf>
22. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2019). Censos económicos. Consultado en: <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
23. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos poblaciones, Consultado en: http://coespo.yucatan.gob.mx/si.php?s=perfil_sociodemografico_del_estado_de_yucatan
24. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Conociendo la industria de la Cerveza. Colección de estudios sectoriales y regionales.

25. M. van den Broek, I. Bolat, J.F. Nijkamp, E. Ramos, M.A.H. Luttik, F. Koopman, J.M. Geertman, D. de Ridder, J.T. Pronk, J.M. Daran (2015). ***Chromosomal copy number variation in Saccharomyces pastorianus is evidence for extensive genome dynamics in industrial lager brewing strains.*** Appl Environ Microbiol., 81 pp. 6253-6267
26. Ministerio de Cultura Argentina (2019). Cronología de la Cerveza. Consultado en https://www.cultura.gob.ar/cronologia-de-la-cerveza_7973/
27. Mosher, M. Trantham, K. (2017). ***Brewing Science: A Multidisciplinary Approach.*** USA. Springer.
28. Muñoz González, Luis Gerardo (2023) “***Elaboración de una cerveza artesanal utilizando como adjunto camote morado (Ipomoea batatas)***” Tesis UNAM
29. Norma Oficial Mexicana NOM-199-SCFI-2017, Bebidas alcohólicas-Denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba,
30. Pires, E. Brányik, T. (2015). ***Biochemistry of Beer Fermentation. Portugal.*** Springer.
31. Schmitt, M. Skadsen, R. Budde, A. ***Protein mobilization and malting-specific proteinase expression during barley germination.*** J Cereal Sci 58: 324-332. 2013 <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.05.007>
32. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). ***Producción de cerveza en México: una historia para celebrar.*** Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/produccion-de-cerveza-en-mexico-una-historia-para-celebrar?idiom=es>
33. Stratford, M. (1989), ***Yeast flocculation: Calcium specificity.*** Yeast, 5: 487-496. <https://doi.org/10.1002/yea.320050608>

34. Wunderlich, S., & Back, W. (2009). *Overview of Manufacturing Beer: Ingredients, Processes, and Quality Criteria. Beer in Health and Disease Prevention*, 3-16.