



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA



PROPUESTAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL "TRÜB" OBTENIDO DEL
PROCESO CERVECERO EN PRODUCTOS DE CONFITERÍA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA:
IRIS MARLENE SANTOS LÓPEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2019



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: AGUSTIN REYO HERRERA
VOCAL: JUAN MANUEL DIAZ ALVAREZ
SECRETARIO: JOSE LUIS GODINEZ RODRIGUEZ
1er. SUPLENTE: ANA LAURA OCAMPO HURTADO
2do. SUPLENTE: INES MIRANDA MARTINEZ

SITIO EN DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA, LABORATORIO 4-A,
EDIFICIO A, FACULTAD DE QUÍMICA.

ASESOR DEL TEMA

SUPERVISOR TÉCNICO

Q.F.B. AGUSTIN REYO HERRERA

M. en E. INES MIRANDA MARTINEZ

SUSTENTANTE

IRIS MARLENE SANTOS LÓPEZ

**ESTE TRABAJO SE REALIZÓ MEDIANTE LOS
PROGRAMAS DE APOYO A PROYECTOS PARA LA
INNOVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA
(PAPIME)**

PE 213116

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

PE 204516

Controles microbiológicos para los procesos de alimentos del
Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LABTEC).

INDICE

1. RESUMEN.....	7
2. INTRODUCCIÓN.....	8
3. ANTECEDENTES.....	9
3.1 LA INDUSTRIA CERVECERA EN MÉXICO.....	11
3.2 PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN MÉXICO.....	13
3.3 SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA CERVECERA ARTESANAL MEXICANA.....	17
3.4 PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN MÉXICO.....	18
3.5 GRUPOS DE CERVECERÍAS POR TAMAÑO y ASOCIACIONES INVOLUCRADAS.....	20
3.6 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA.....	22
3.6.1 AGUA.....	22
3.6.2 MALTA.....	23
3.6.2.1 PROTEÍNAS DE LA CEBADA.....	28
3.6.3 LÚPULO.....	30
3.6.4 LEVADURA.....	34
3.6.5 ADJUNTOS.....	35
3.7 SUBPRODUCTOS GENERADOS DURANTE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA.....	36
3.7.1 GRANO AGOTADO.....	36
3.7.2 LEVADURA INACTIVA.....	37
3.7.3 PROTEÍNAS EN MOSTO Y CERVEZA.....	37
3.7.4 “TRÜB”.....	38
3.8 INDUSTRIA CONFITERA MEXICANA.....	41
3.8.1 PRODUCTOS DE CHOCOLATE.....	42
4. JUSTIFICACIÓN.....	44
5. OBJETIVO GENERAL.....	44

5.1 OBJETIVOS PARTICULARES	45
6. METODOLOGÍA	45
6.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE “TRÜB”	45
6.2 HUMEDAD.....	46
6.3 CENIZAS.....	46
6.4 CARBOHIDRATOS SOLUBLES TOTALES (FENOL SULFÚRICO).....	46
6.5 ALMIDÓN	46
6.6 PECTINAS	46
6.7 PROTEÍNA (MÉTODO KJELDAHL)	47
6.8 RESULTADOS	47
6.9 ESTIMACIÓN DE LA OBTENCIÓN ANUAL DE “TRÜB” BASADO EN LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA INDUSTRIAL Y ARTESANAL.....	48
7. CAPITULO 1. ELABORACIÓN “CHOCOLATE AMARGO” ADICIONANDO “TRÜB” CERVECERO.....	49
7.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN	49
7.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN.....	49
7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	52
7.4 ANÁLISIS SENSORIAL.....	53
7.4.1 PRUEBAS CON CONSUMIDORES PARA CHOCOLATE CON PROTEÍNA Y FIBRA	53
7.4.2 PRUEBA CON CONSUMIDORES (PRUEBAS AFECTIVAS).....	55
8. CAPITULO 2. FABRICACIÓN DE UN PANQUÉ TIPO “BROWNIE” FORMULADO CON “TRÜB” CERVECERO.....	58
8.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN.....	58
8.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN	58
8.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	62
8.4 ANÁLISIS SENSORIAL.....	62

8.4.1 PRUEBAS CON CONSUMIDORES PARA “ <i>BROWNIE</i> ” CON PROTEÍNA Y FIBRA.....	62
8.4.2 PRUEBA CON CONSUMIDORES (PRUEBAS AFECTIVAS).....	64
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66
10. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	69
11. BIBLIOGRAFÍA.....	70
12. ANEXOS.....	75

1. RESUMEN

La producción de cerveza en México ha mantenido un crecimiento sostenido en los últimos años. En 2016 la producción fue de 10.5 miles de millones de litros, lo que significó un crecimiento de 7.8%, respecto al año anterior. Con esta producción, México se ubica como el cuarto país productor de cerveza en el mundo, después de China, Estados Unidos de América y Brasil.

Al mismo tiempo la producción de cerveza artesanal se incrementó paulatinamente hasta alcanzar en 2016 104 mil 446 hectolitros, es decir, 62% con respecto al año 2015. Para 2017 se estima que tenga un crecimiento del 59% para un total de 166 mil 069 hectolitros. Esta producción oscila entre los 2,000 y 20,000 hectolitros al año que comparada con la producción de la industria cervecera es mínima. Los subproductos generados en esta actividad como el “grano agotado” en las fábricas es secado y utilizado como combustible mientras *trub*, se destina ya seco, como pienso para ganado.

Siendo el *trub* el resultado de la desnaturalización de la proteína y otros sólidos del grano es susceptible de aprovecharlo de una manera distinta a la tradicional. Por lado como se desconoce el destino de estos subproductos por parte de los micro cerveceros, uno de los propósitos del presente trabajo es proponer otras aplicaciones y al mismo tiempo beneficiaremos al medio ambiente.

2. INTRODUCCIÓN

Una gran cantidad de desechos agroindustriales se produce anualmente en todo el mundo a partir de los productos agrícolas o en la industrialización de alimentos y bebidas. El tratamiento de estos residuos genera muchos inconvenientes para el ecosistema, debido a su alta concentración de compuestos orgánicos que confieren una gran demanda bioquímica de oxígeno a la degradación de los desechos. En este contexto, la Industria Cervecera se encuentra entre estas actividades que incluyen en sus etapas de producción el procesamiento de materia prima de origen vegetal, como la malta de cebada y otros granos, el lúpulo y levaduras generando varios subproductos. Factores, como las políticas ambientales, la posible escasez de fuentes no renovables y los problemas relacionados con el uso indebido de materias primas renovables, conducen al desarrollo de nuevos y originales procesos que podrían generar menos desechos o reutilizar los producidos para agregar un mayor valor agregado a los residuos (Rocha dos Santos, 2014).

En el presente estudio se dedicarán los esfuerzos en propuestas para el aprovechamiento del subproducto cervecero conocido como “*trüb*”.

Durante el proceso de elaboración de cerveza se genera un subproducto conocido como “*trüb*”. Se obtiene durante la etapa de pasteurización y lupulado del mosto originando entre otros efectos la desnaturalización de la proteína del grano. El “*trüb*”, es un precipitado insoluble resultado de la coagulación de proteínas principalmente.

Por lo tanto, el implementar productos alimenticios en los cuales se incorpore total o parcialmente, contribuiría al enriqueciendo nutricional de la ingesta por un lado y por el otro, aprovechar un subproducto generado en el proceso cervecero, que a nivel industrial se seca y se proporciona como suplemento alimenticio al ganado. Cabe mencionar que se desconoce el destino del “*trüb*” generado por la actividad de las empresas micro cerveceras.

Así pues, una de las finalidades del presente trabajo, será la incorporación del “*trüb*” de manera parcial para la obtención de productos de confitería como una barra de chocolate oscuro y un pastelillo conocido como “*brownie*”.

3. ANTECEDENTES.

La cerveza es una bebida alcohólica no destilada, elaborada por medio de la fermentación de los carbohidratos provenientes de cereales, con la adición o no de otros aditivos alimentarios. En un sentido amplio, se podría elaborar cerveza a partir de cualquier cereal malteado (cebada, sorgo, trigo, maíz, entre otros), pero se elige la malta de cebada (cebada germinada), ya que ningún otro cereal es tan eficiente como la cebada debido a su alto contenido de almidón, lo que genera más azúcares, y por lo tanto es mucho más fácil el proceso cervecero. (Hernández, 2003)

La evidencia de la existencia de la cerveza se remota a que los primeros en fabricar esta bebida fueron los sumerios hace aproximadamente 4 000 años en la región que hoy ocupa Irak. Los intercambios culturales y comerciales llevaron esta bebida a Egipto, donde comenzó a ser elaborada con cebada en lugar del trigo original. (Reyna, 2017)

Con la caída del imperio Romano la situación de violencia y guerras era insostenible por lo cual hubo mucha movilidad humana durante esa época y tras años de dominación, los romanos decidieron abandonar finalmente las islas británicas. Al verse estos pueblos sin la protección romana reclutaron mercenarios Anglo Sajones quienes eran grandes bebedores de cerveza, introduciendo esta tradición que enraizó con los años y se mantiene hasta la actualidad, por lo cual la cerveza se consolidó como una de las bebidas más importantes. Entre el siglo XI Y XIII las principales ciudades europeas contaban con pequeñas fábricas artesanales dirigidas por expertos cerveceros. (Reyna, 2017)

Durante la Edad Media, cuando la Europa cristiana enfrentó a los vikingos, la elaboración de la cerveza se extendió al Mediterráneo y en los monasterios, se le empezó a adicionar la flor de lúpulo, de la que proviene el particular sabor amargo de la bebida actual. Las técnicas de fabricación se fueron perfeccionando y en el siglo X se instalaron las primeras cervecerías artesanales. (Hernández, 2003)

A comienzos del siglo XIX, la manera de hacer cerveza no difería mucho de la forma empleada en los tiempos medievales, que era remojar a temperatura ambiente los granos hasta su germinación. A veces, la malta se hervía con productos aromáticos, como la cuscuta. Después de hervida se filtraban la mezcla

y la servían en vasijas de barro, las sellaban y dejaban que se fermentara. Posteriormente tuvieron que llegar los descubrimientos científicos y los avances tecnológicos para que el rumbo de la industria cervecera cambiara drásticamente. Mientras que la cerveza tradicional conocida como de alta fermentación se fabricaba a temperaturas de entre 15 y 20 °C, los checos de la ciudad de Pilsen en 1842 inventaron una cerveza de baja fermentación elaborada entre 7 y 12 °C especialmente dorada y limpia. Esta cerveza comenzó a ser llamada *Pilsner* o *Lager* y con el paso del tiempo se convirtió en la favorita del público por su carácter refrescante, color, brillo y espuma, hasta llegar a ser la referencia mundial para la cerveza en los siglos XX y XXI. (Arroyo, 2017)

Posteriormente, el progreso industrial trajo consigo mejoras en los procesos de fermentación, máquinas de mayor eficiencia y la aparición de grandes compañías. En la actualidad, la cerveza es una bebida común en el mundo, que se ha adaptado a cada región. Existen empresas transnacionales como la *Budweiser* y la *Miller Brewing Co.* en Estados Unidos, y la *Heineken* en Europa, que tienen productos conocidos en todo el orbe. Por otro lado, es común que cada país posea sus propias fábricas con cervezas características por su sabor, color, olor, apariencia e historia.

Alemania es el país con mayor tradición en la elaboración de cerveza. Su manufactura está sujeta a estrictos requerimientos legales. Por ejemplo, se especifica que los únicos ingredientes que se pueden usar para la producción son malta de cebada, lúpulo y agua, además de levadura. La tradición se mantiene por medio de escuelas antiguas, especializadas donde se forman los cerveceros (ingenieros, maestros cerveceros, técnicos en el proceso de malteo, etc.), que poseen gran prestigio dentro de la industria cervecera. (Hernández, 2003)

Por otro lado, la cerveza artesanal tuvo origen a finales de la década de los 70 en Reino Unido, en donde las pequeñas empresas productoras se enfocaron en la producción tradicional de *Ale* (cerveza de fermentación alta), por esta característica pronto sería renombradas microcervecerías o *brewpubs*. (Galván, 2017)

Aunque originalmente el término “microcervecería” fue utilizado para describir el tamaño de las cervecerías, este concepto llegó a los Estados Unidos en la década de los 80 en donde fue utilizado para designar a aquellas cervecerías que producen menos de 15,000 litros de cerveza por año. Asimismo, su producción total (por cervecería) debe ser menor a 7 millones de barriles al año, conducirse con independencia y tener capital familiar, es decir, no ser parte de una empresa transnacional. (Galván, 2017)

3.1 LA INDUSTRIA CERVECERA EN MÉXICO

El sector de la cerveza es el más importante dentro de la actividad agroindustrial de México. Su exportación representa alrededor del 23% de las exportaciones agroindustriales del país, con un valor de 3,768 millones de dólares en 2017. (Cerveceros de México' 2017)

Con esta producción, México se ubica como el cuarto país productor de cerveza en el mundo, después de China, Estados Unidos de América y Brasil. En 2016, México se convirtió en el cuarto productor de cerveza en el mundo superando a Alemania, y sólo por debajo de China (449 millones de hL), Estados Unidos (220 millones de hL) y Brasil (130 millones hL). (Fig.1)



Figura. 1. Principales productores de cerveza

Del 2010 a la fecha la producción de cerveza ha crecido en promedio 3% y se espera que en 2018 crezca de nueva cuenta alrededor del 5%. Desde 2015, *AB InBev* (Grupo Modelo), *Heineken* (Cuauhtémoc Moctezuma) y *Constellation Brands*, anunciaron inversiones de crecimiento en producción para los próximos años con nuevas plantas en Yucatán, Chihuahua, Baja California e Hidalgo. (Cerveceros Mexicano, 2018). (Fig. 2)



Figura 2. Producción de cerveza en México.

Nuestro país, México, es el primer exportador de cerveza en el mundo, lo que implica que aporta 21.3% del comercio mundial de esa bebida. Además, el 30% de la cerveza producida en México se exporta. En 2017, las exportaciones alcanzaron los 33 millones de hectolitros, 2.8% más que en 2016. El 81% de las exportaciones de cerveza se dirige a los Estados Unidos, el resto, a más de 180 países en total, Gran Bretaña con 2.7%, China 2.3%, Chile 1.7% y Canadá 1.4%. Finalmente cabe mencionar que las importaciones de cerveza representan menos del 2% por ciento del consumo. (Cerveceros Mexicano, 2018) (Fig. 3)



Figura 3. Exportación de cerveza en México.

En lo relacionado con el consumo México es el sexto consumidor de cerveza en el mundo siendo en 2017 el consumo interno de 77 millones de hectolitros. (Cerveceros Mexicano, 2018)

La cadena de valor de la industria cervecera mexicana contribuye en 1% al PIB nacional. La industria cervecera genera 55 mil empleos directos y 600 mil indirectos e inducidos. La industria cervecera representa 4% de la recaudación total de impuestos a través del IEPS, IVA e ISR. (Cerveceros Mexicano, 2018)

3.2 PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN MÉXICO

En 2017, la producción del sector cervecero fue de 110 millones de hectolitros. Del total de las exportaciones de cerveza del mundo, México participó con 21.3%, siendo el país exportador de cerveza más importante a nivel internacional. Este primer lugar se mantiene desde 2010. (INEGI, 2016)

Principales países exportadores de cerveza, 2016
Porcentajes respecto al valor total de las exportaciones mundiales

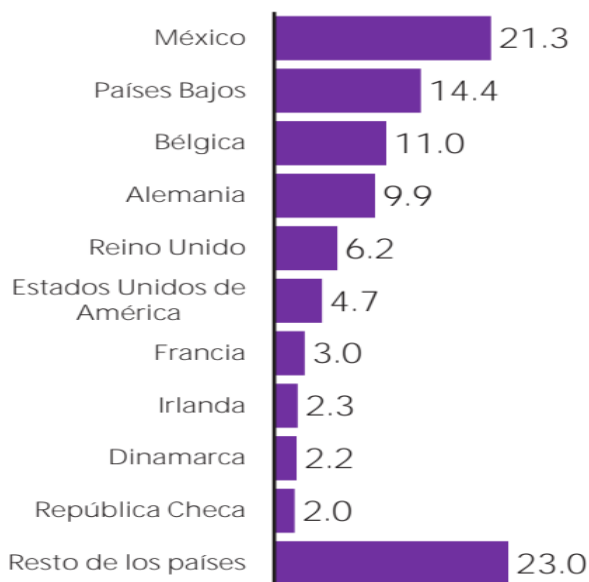


Figura 4. Principales países exportadores de cerveza.

Las exportaciones de cerveza que se destinaron a Estados Unidos de América fueron 2 5 millones de hectolitros, y representaron el 79.9% del total en 2016. En conjunto, los Estados Unidos de América, Australia, Reino Unido, Chile, Canadá y China representaron el 90.9% de las exportaciones totales de cerveza que México realizó en 2016. (INEGI, 2016)



Figura 5. Exportadores de cerveza.

Las exportaciones de cerveza que se destinan a Estados Unidos de América crecieron 2.1 veces, de 2003 a 2016, pasando de 1 2 a 2 5 millones de hectolitros. (INEGI, 2016)

Exportaciones de cerveza de México a Estados Unidos de América
Millones de litros

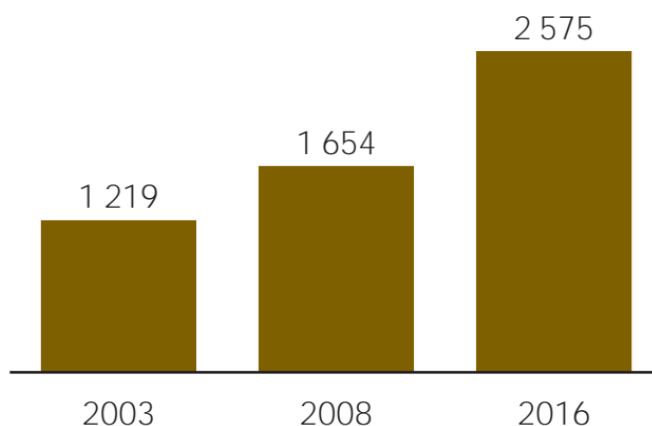


Figura 6. Exportaciones de México a Estados Unidos.

En 2017, la importación del sector cervecero fue de 2.6 millones de hectolitros. Un crecimiento de 3.7%, respecto al año 2016. (Cerveceros de México, 2017)

Importación de Cerveza en México

2010 - 2017

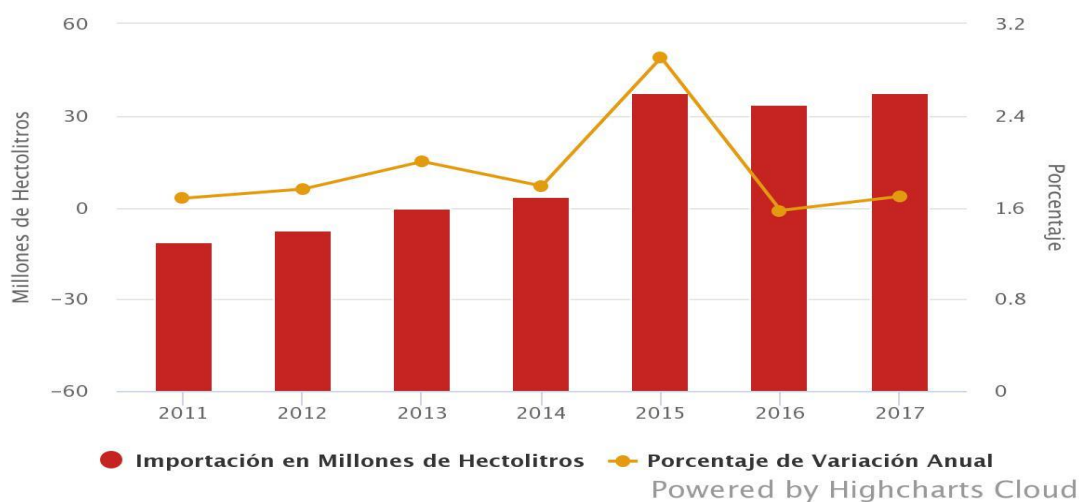


Figura 7. Importaciones de cerveza en México.

Cabe mencionar que también se reportan importaciones de cerveza que provienen, fundamentalmente, de Estados Unidos de América fueron 2 millones de hectolitros. En conjunto, las importaciones totales de cerveza que provienen de Estados Unidos de América, Bélgica, Países Bajos y Alemania sumaron el 99.2% de las importaciones totales que realizó México en 2016. (INEGI, 2016)

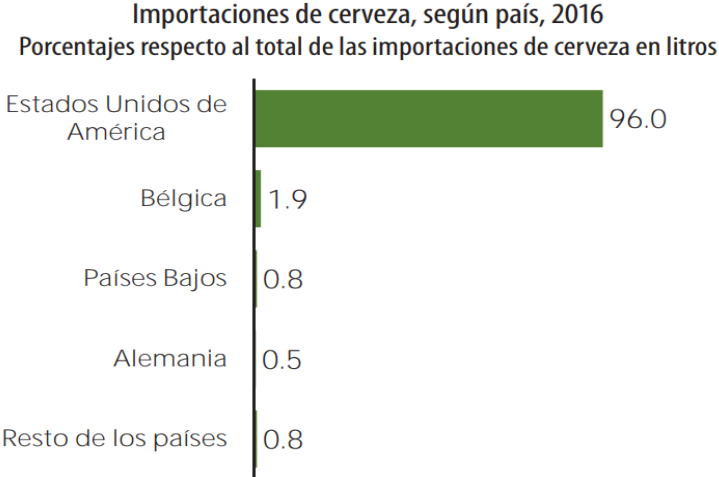


Figura 8. Importaciones de cerveza

Las entidades federativas con mayor porcentaje de producción bruta total fueron: Zacatecas, Coahuila, Ciudad de México y Nuevo León, como se muestra en la imagen.



Figura 9. Entidades federativas productoras de cerveza (producción bruta total). (Cerveceros de México', 2017).

3.3 SITUACIÓN DE LA INDUSTRIA CERVECERA ARTESANAL MEXICANA.

En 2016, la cerveza artesanal alcanzará el 0.1% del mercado de cerveza en México y para agosto de 2018, la Acermex (Asociación de Cerveceros de México) reportó 650 productores formales de cerveza artesanal en México. La capacidad de producción de las cervecerías artesanales oscila entre los 2,000 y 20,000 hectolitros al año. En 2013, la COFECE (Comisión Federal de Competencia Económica) determinó que un productor artesanal es aquel que produce 100 mil hectolitros (10 millones de litros) anuales o menos.

De los datos reportados se destaca que la producción de cerveza artesanal crece en promedio un **30%** cada año desde hace una década, alrededor de **35%** en 2015. En 2017 alcanzó los **108 mil 723 hectolitros**, 65% de crecimiento en comparación al 2016.

En cuanto a entidades, Jalisco es el principal estado productor con 29%, seguido de Baja California con 17% y Nuevo León con el 14%. (Fig. 10)

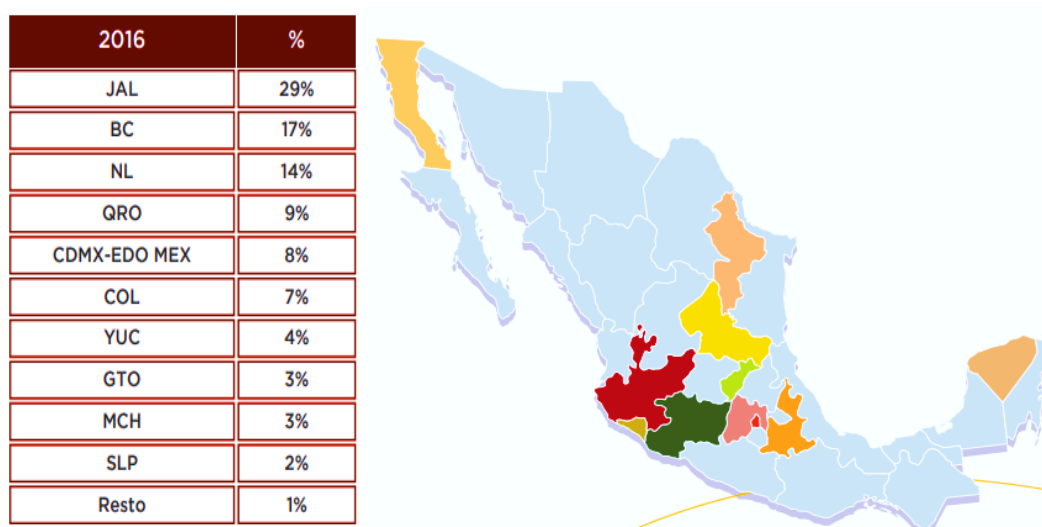


Figura 10. Entidades federativas productoras de cerveza artesanal (Cerveceros de México', 2017).

Una fracción de la producción microcervecera nacional se exporta hacia el mercado de EEUU, Europa, Centroamérica, Asia, África y Oceanía.

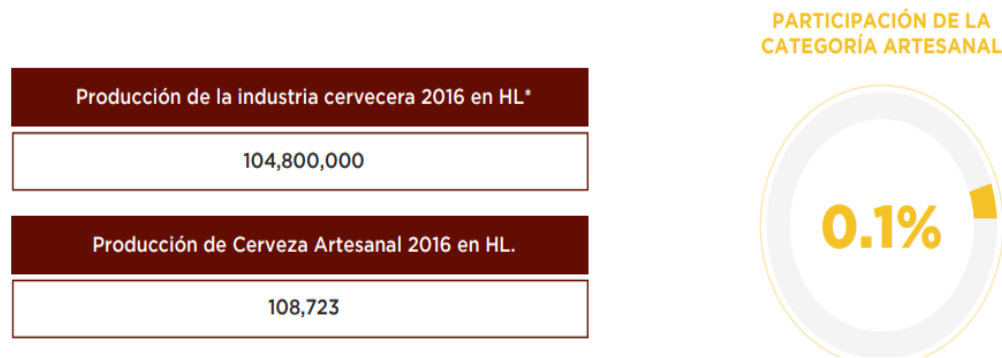


Figura 11. Producción de cerveza artesanal Artesanal en México (Acermex, (2016-2017))

3.4 PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL EN MÉXICO

Para producir una caja de cerveza artesanal se invierten \$120 pesos en promedio, mientras que para producir una caja de cerveza industrial se invierten \$30 pesos (12 cervezas de 355ml por caja). Por otro lado, en nuestro país, las cervezas industriales pagan cerca de \$400 pesos en impuestos por hectolitro, mientras que las artesanales pagan entre \$1,000 y \$1,200 pesos por el mismo volumen. (Acermex, 2017)

Sin lugar a duda la industria de la cerveza artesanal deberá implementar estrategias que hagan frente a diversos factores, entre los que se encuentran: la carga fiscal; los altos costos de producción; el acceso a los insumos y un mercado condicionado. (Galván, 2017)

- a) La carga fiscal: de acuerdo a Acermex, en México, la cerveza industrial paga alrededor de 3.50 pesos por litro, y la cerveza artesanal entre 10 y 12 pesos por litro. La ley de Impuestos Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) pide a todas las cervezas el 26.5% sobre el precio de venta.
- b) Altos costos de producción: La elaboración de cervezas artesanales es más costosa frente a la fabricación industrial, ya que la producción por volumen nunca será equiparable. Esto se refleja en el precio final, pues una caja de cerveza industrial de 24 botellas de 355mL cuesta 298 pesos, mientras que la artesanal eleva su costo hasta un 100% y vale 700 pesos.

- c) El acceso a los insumos. La malta, levaduras o lúpulos generalmente son importados de Alemania, Francia o los Estados Unidos, ya que los agricultores nacionales que la producen trabajan para satisfacer la demanda de la cerveza industrial. Los independientes deben comprar todo importado lo que incrementa los costos.
- d) Mercado condicionado. Si bien el mercado de cerveza artesanal ha crecido. Las grandes cerveceras anteriormente firmaban contratos de exclusividad con bares, cantinas y restaurantes. Tras una resolución de la COFECE (Comisión Federal de Competencia Económica), en 2013 se estipuló que el mercado debía abrirse para todos y limitarse a 20% de los puntos de venta en los lugares mencionados. (Galván, 2017)

En la venta de cerveza artesanal se puede observar altibajos debido que en un año el incremento es notorio pero el próximo se observa una baja evidente. El principal motivo a estas variaciones tan notorias puede deberse al cambio en los costos de la materia prima u otro factor importante puede deberse a que en la mayoría de microcervecías no existe la implementación de sistema de control y aseguramiento de su calidad fisicoquímica, sanitaria o sensorial que ayude a estandarizar tanto su proceso como su formulación. Tampoco cuentan con canales de distribución y venta, o algún tipo de publicidad en medios de comunicación que logren aumentar o mantener las ventas anualmente.

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

Figura 12. Datos de la venta nacional de cerveza artesanal durante el periodo 2011-2017 en establecimientos reportados por la Acermex, (2016-2017))

La cerveza artesanal se produce principalmente en dos niveles:

- a) en planta propia conocidas como micro cervecerías y
- b) en maquila lo cual se refiere básicamente en negociar para que otra empresa elabore la cerveza, cumpliendo las especificaciones o simplemente rentar el lugar para su elaboración.

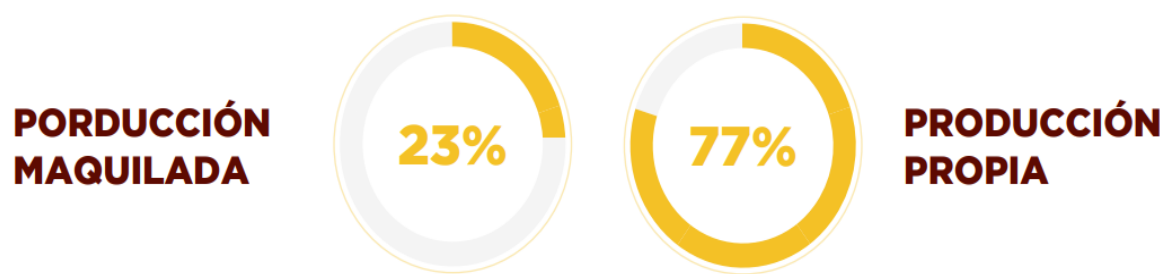


Figura 13. Formas en que es producida la cerveza artesanal. Acermex 2016-2017

Las cervezas artesanales se pueden comercializar en diferentes presentaciones, es decir, en botella, en lata y en barriles desechables o granel.

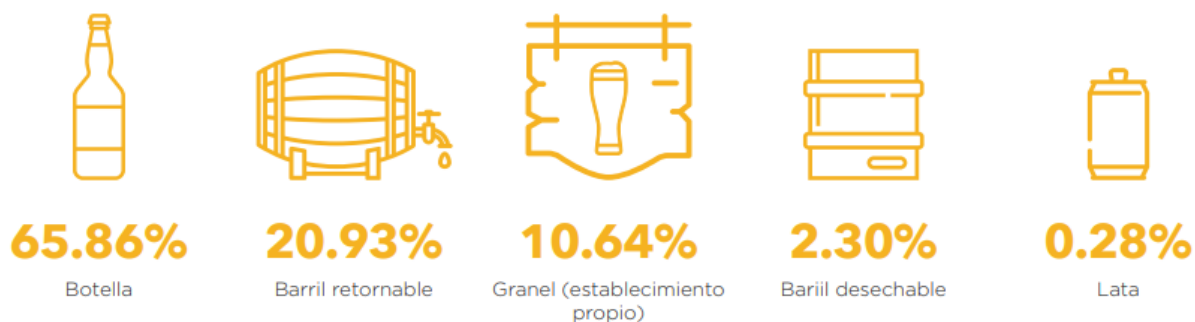


Figura. 14. Diferentes presentaciones de cervezas artesanales. (Acermex, (2016-2017))

3.5 GRUPOS DE CERVECERÍAS POR TAMAÑO y ASOCIACIONES INVOLUCRADAS

Las cervezas artesanales suelen clasificarse en tres diferentes grupos de acuerdo al volumen de venta, al número de cervecerías involucradas, al porcentaje que representa del total y por su venta final. Fig. 15

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

Figura. 15. Clasificación de cervecerías artesanales de acuerdo a su producción.
(Acermex, 2017)

En nuestro país los productores de cerveza se han organizado por asociaciones y aunque existen 21 diferentes destacan por el número de afiliados:

- a) Acermex (La Asociación de Cerveceros Artesanales de México),
- b) CERARMICH (Cerveceros Artesanales De Michoacán A.C.) y
- c) Asociación de Cerveceros de la Baja. Figura 16.

Asociación	Número de afiliados
ACERMEX	38
CERARMICH	37
APROCEG	20
Asociación de Cerveceros de la Baja	37
Cerveceros de Mpéxico	11
ACIQ	7

Figura 16. Principales asociaciones de cerveceros artesanales. (Acermex, 2017)

3.6 MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA.

3.6.1 AGUA

El agua es el ingrediente mayoritario en la composición de la cerveza, supone más del 95% en peso de la cerveza, por ello tiene mucha importancia en cuanto a la calidad del producto final. Puede ser de procedencia subterránea, superficial o de red. (Calleja, 2013)

Los minerales disueltos en el agua tienen mucha importancia en las reacciones necesarias durante el proceso de elaboración. La adecuada proporción de estas sustancias contribuirán al perfil sensorial de la cerveza. (Calleja, 2013)

El agua se encuentra en diversas concentraciones de aniones como fosfatos, cloruros, bicarbonatos, carbonatos, sulfatos, silicatos, y cationes son calcio, sodio, hierro, magnesio y amonio. La composición del agua tiene una gran influencia en la calidad y el tipo de cerveza. Por eso, durante muchos años, algunas de las cervezas más conocidas atribuyeron sus características a la calidad del agua. Sin embargo, como no se conocía la composición ni la concentración de las sales del agua utilizada ni su influencia sobre la cerveza, no podían explicarse lo que ocurría con el producto resultante. Actualmente, se cuenta con el conocimiento e instrumentos que permite determinar el tipo de cerveza obtenido. (Hernández, 2003)

Uno de los principales puntos que se debe vigilar es la concentración de bicarbonatos, ya que, al elevarse, incrementa el pH, y se puede llegar a alcanzar un valor de pH desfavorable para la actividad de las enzimas. Por otro lado, los iones calcio y magnesio tienden a disminuir el pH lo que favorece la maceración y la fermentación. Es común adicionar cloruro de calcio o sulfato de calcio hasta alcanzar una concentración de 350 mg de CaO / L. ó 350 ppm. Los iones magnesio son menos deseables que los de calcio, porque un exceso produce un deterioro en el sabor. (Cedeño, 2016)

El contenido de nitratos debe oscilar entre 25 y 50 ppm, si es superior, los nitratos son reducidos a nitritos, compuestos que causan daños a la levadura e interfieren en el proceso de fermentación. Valores máximos y mínimos de las

concentraciones de los iones químicamente activos, adecuados para la elaboración de cerveza. (Cedeño, 2016) Figura 23.

Ión químicamente activo	Valor mínimo (ppm)	Valor máximo (ppm)
Calcio (Ca^{+2})	50	150
Magnesio (Mg^{+2})	10	30
Potasio (K^{+})	5	10
Sodio (Na^{+})	5	150
Bicarbonato/Carbonato	0	250
Cloruro (Cl^{-})	0	250
Sulfato (SO_4^{-2})	10	250

Figura 21. Valores máximos y mínimos adecuados de los iones en el agua cervecera.
(Sancho, 2015)

3.6.2 MALTA

El grano de cebada tiene una forma alargada y aparece insertado a la espiga por la parte del germen. Está formado por las envolturas, el endospermo y el germen. En la envoltura se encuentran las siguientes capas (de fuera hacia dentro):

- **Cascarilla**
Capa protectora externa del grano, contiene sílice, hemicelulosas, proteínas, resinas y taninos.
- **Pericarpio y Epicarpio**
Membrana semipermeable que impide el paso de compuestos solubles en agua como las sales y el giberélico. Contiene algunas grasas.
- **Testa**
Es semipermeable, dejando pasar al agua, pero no las sales. Contiene flavonoides.

El endospermo está formado por:

- **Aleurona**
Es rica en proteínas y no contiene almidón. La aleurona es la fuente de enzimas hidrolíticos: β -amilasa, endoproteasas y endo- β -glucanasas.

- **Albumen**

Está formado por unas celdas cuyas paredes celulares están constituidas principalmente por β -glucanos. En el interior están los gránulos de almidón sobre una matriz proteica.

El germen o embrión del grano de cebada está completamente desarrollado y dispuesto a crecer cuando las condiciones del medio sean favorables. Es rico en lípidos, especialmente lecitina. (Sancho, 2013)

En la imagen siguiente se pueden observar las diferentes partes de un grano de cebada: Figura 22

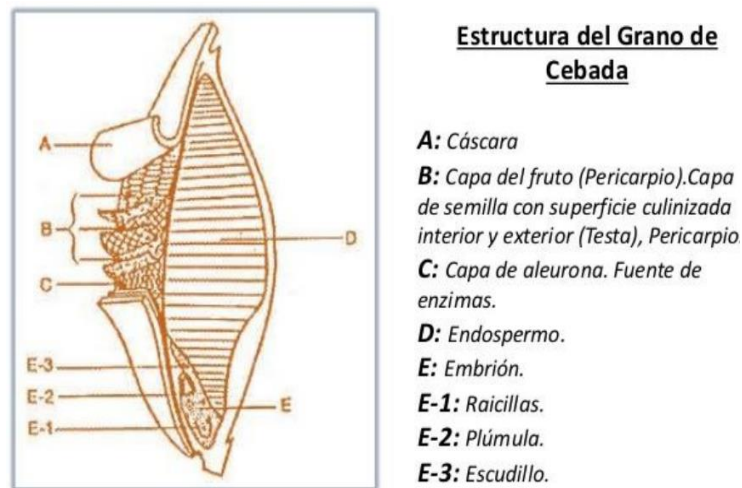


Figura 22. Estructura del grano de cebada. (Sancho, 2013)

Aunque hay diversos granos de cereal que pueden ser malteados, los de cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos. (Calleja, 2013). La cebada ha sido siempre el cereal seleccionado como la materia prima de la cerveza. La cebada que pertenece a la familia de las gramíneas, del género *Hordeum*, del que existen varias especies, siendo *H. vulgare* y *H. distichum* las especies más utilizadas en la industria cervecera. De acuerdo con la cantidad de hileras de granos que se encuentran, existen dos subespecies de espigas de cebada:

1) La espiga de dos hileras (*H. distichum*): es utilizada principalmente en Europa. Tienen los granos más desarrollados que las variedades con seis hileras, por lo

tanto, posee mayor proporción de carbohidratos y el rendimiento es superior. Su cascarilla es más delgada y su proporción de proteínas es menor que la de seis hileras.

2) La espiga de seis hileras (*H. vulgare*): es llamada cebada de invierno. Tiene los granos menos desarrollados que la de dos hileras. Sin embargo, presenta mayor actividad enzimática, por lo que es empleada principalmente cuando se utilizan adjuntos. (Hernández, 2003)



Figura 23. Imagen de cebada y sus dos tipos de espigas A (planta de cebada), B (espiga de dos hileras) y C (espiga de seis hileras).

La preparación de la malta o malteo es, básicamente la germinación inducida de la cebada para que se formen las enzimas responsables de la hidrólisis de los carbohidratos. Este proceso se lleva a cabo en los países productores de cebada y consta de tres pasos:

- a) El grano de cebada se remoja hasta que el contenido de humedad se encuentre entre el 42 y 46%. Esta etapa sirve, a la vez, para eliminar la suciedad de la cebada.



Figura 24. Como se hidrata la cebada con aspersores

- b) Cuando el grano de cebada absorbe el agua, se induce la germinación: se modifican las paredes celulares y se activa la formación de enzimas (en particular amilasas y proteasas) que empiezan a descomponer el almidón y la proteína presentes. Para abastecer de la energía que requieren este proceso, la semilla empieza a respirar (consume oxígeno y genera calor y dióxido de carbono). Con el fin de asegurar el suministro de oxígeno y eliminar el exceso de calor y dióxido de carbono, la malta se debe aerar constantemente. Después, en un lapso de 5 a 7 días, en condiciones controladas de temperatura y humedad, la cebada germina y aparecen raicillas. Mucha de la proteína que contenía ha sido modificada y se han producido altos niveles de enzimas degradadoras de almidón.
- c) Se procede a eliminar el agua de la malta hasta llegar a un 3% de humedad, con el fin de detener las reacciones químicas, sobre todo las enzimáticas. Para eliminar el agua, se realiza un proceso de horneado. Las condiciones de horneado deben controlarse de manera que no se afecten las enzimas formadas y se evite la formación de colores.
- Existe un tipo de malta especial llamada malta caramelo, que se emplea en la elaboración de cervezas oscuras. Se produce, en la última etapa, incrementando las reacciones de caramelización. (Hernández, 2003)

A continuación, se describe un resumen del proceso de malteo especificando condiciones de proceso, objetivos, factores importantes y resultados (Figura 24)

	CONDICIONES	OBJETIVOS	FACTORES IMPORTANTES
REMOJO	t=1-4 días T=10-15°C	<ul style="list-style-type: none"> • Remover el material flotante. • Lavar el grano. • Aumentar la humedad del grano de 12% a 41-45% para iniciar el proceso de germinación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aireación de los granos. • Extraer el CO₂ producido. • Temperatura del agua. • Sales Cu eliminación de contaminaciones por hongos
GERMINAR	t=4-10 días T= 13-16°C	<ul style="list-style-type: none"> • Producir el nivel óptimo de enzimas. • Favorecer la rotura de la matriz proteica, con el fin de que el almidón este accesible para las enzimas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar las pérdidas de extracto por crecimiento y respiración.
SECADO	Depende del tipo de malta	<ul style="list-style-type: none"> • Detener el proceso de germinación. • Disminuir la humedad para garantizar una buena conservación. • Desarrollar el color y aroma requerido por el cervecero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respetar la curva de temperatura / tiempo para no destruir enzimas.

Tabla 1. Condiciones, objetivo y factores importantes del malteo.

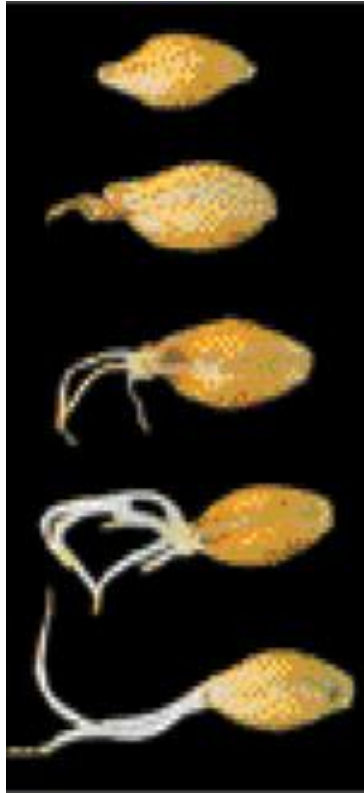


Figura 24. En la imagen se muestra los cambios que hay en un grano de cebada durante el malteo.

3.6.2.1 PROTEÍNAS DE LA CEBADA

Proteínas	Descripción
Glutelinas de cebada	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyen alrededor del 30% de la proteína de cebada • Son solubles en álcali diluido • Se localizan en el endospermo almidonado de la cebada • No se degradan por lo que se encuentran en el grano agotado • Su escasa solubilidad requiere el uso de condiciones extremas de extracción y solventes potentes
Prolamina de Cebada (Hordeínas)	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyen aproximadamente el 37% de la proteína de la cebada • Son solubles en un 80% de alcohol y parte de ellas pasa al grano agotado • Se localizan en el endospermo de la cebada

	<ul style="list-style-type: none"> • Son las principales proteínas de almacenamiento en la mayoría de los cereales. • Son mezclas polimórficas complejas de polipéptidos. • Durante el malteo, los enlaces disulfuro se reducen y las hordeínas B y D se degradan por proteólisis. • La malta contiene menos de la mitad de la cantidad de hordeínas presentes en la cebada original ya que se degradan durante la germinación.
Globulinas de la cebada (Edestina)	<ul style="list-style-type: none"> • Forma alrededor del 15% de la proteína de cebada • Son solubles en soluciones salinas diluidas • Se localizan en la aleurona de la cebada • Edestina forma 4 componentes (a, b, c y d) de los cuales la b-globulina que contiene azufre no precipita completamente incluso en ebullición prolongada y puede dar lugar a turbidez en la cerveza.
Albuminas de la cebada (Leucosina)	<ul style="list-style-type: none"> • Constituyen aproximadamente el 11% de la proteína en la cebada • Son solubles en agua • Se localizan en el embrión de la cebada • Las albúminas aumentan durante el proceso de germinación • Durante la ebullición, se precipita completamente. a-Amilasa, proteína Z y proteínas de transferencia de lípidos (LTP1) son albúminas de cebada y son importantes para los atributos de calidad de la cerveza: estabilidad de la espuma y formación de turbidez

Tabla 2. Características de las proteínas de la cebada. Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review (Steiner-Gastl-Becker, 2010)

Las albúminas se pueden dividir en proteínas Z y proteínas de transferencia lipídica como proteínas funcionales:

Proteína	Descripción
Proteína Z	<ul style="list-style-type: none"> • Pertenece a una familia de serpinas de cebada • Es una proteína hidrófoba • Consta de al menos cuatro formas moleculares antigénicamente idénticas con puntos isoelectrónicos en el rango de 5.55 a 5.80 • Se localizan en el endospermo que responde al fertilizante nitrogenado de la cebada
Proteína de transferencia de lípidos (LTP)	<ul style="list-style-type: none"> • Son proteínas de unión a lípidos de plantas ubicuas • Tienen la capacidad para catalizar la transferencia de lípidos entre membranas • Son abundantes proteínas solubles de las capas de aleurona del endospermo de cebada

Tabla 3. Proteínas de la cebada información reportada en el artículo. Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review (Steiner-Gastl-Becker, 2010)

3.6.3 LÚPULO

En el año de 737 d. C el lúpulo entró en la historia de la cerveza. Se encuentran documentos de plantaciones de lúpulo en la región de *Hallertau* en Baviera. El nombre científico de la planta lúpulo es *Humulus lupulus*. Posee flores diferenciadas; las femeninas, que tienen forma cónica y un aroma más intenso característico, proporcionan el sabor amargo y parte del aroma de la cerveza.

El lúpulo se cultiva solo en climas de templados a fríos. Los conos femeninos se desarrollan a partir de julio y están maduros en septiembre. Estos conos poseen una serie de resinas amargas y aceites esenciales – responsables del sabor amargo- cuya composición química es compleja y se han identificado más de novecientos compuestos; los principales se llaman humulonas. (Rodas, 2015)

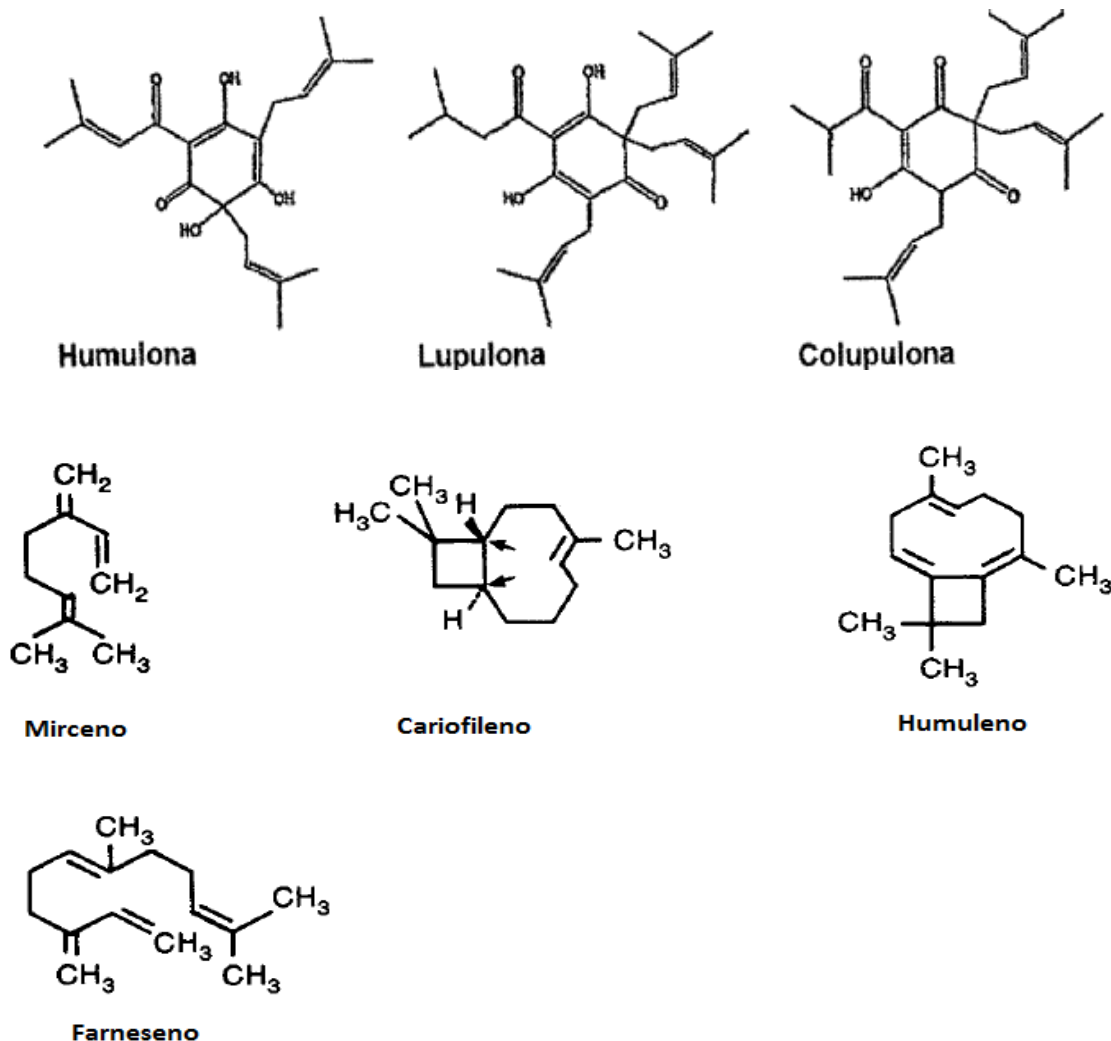


Figura 25. Moléculas de humulonas presentes en el lúpulo.

Se han demostrado que estas sustancias, además de modificar el sabor y el aroma de la cerveza, son inhibidores del crecimiento de microorganismos no deseados, por lo que ayudan a disminuir el riesgo de contaminación.

Inicialmente se utilizaban las flores secas, pero son muy sensibles a la oxidación y, por lo tanto, solo se podían almacenar por periodos cortos de tiempo. En la actualidad, el lúpulo se procesa y se elaboran extractos líquidos o comprimidos; de esta forma, se logra un mejor rendimiento y una mayor estabilidad del producto. (Rodas, 2015) La técnica más reciente es la extracción de las sustancias de interés con fluidos supercríticos de dióxido de carbono. También, se ha desarrollado un extracto modificado químicamente que es menos susceptible a la

oxidación; se emplea, sobre todo, cuando se envasa la cerveza en una botella transparente. La flor del lúpulo está conformada de la siguiente manera:

Brácteas: hojas verde-amarillentas ovales, más amarillas en la base que en la punta; las brácteas están ordenadas de manera que forman un cono.

Raquis: eje con forma de zigzag.

Lupulina: polvo amarillo, pegajoso, que se encuentran ubicadas entre el raquis y las brácteas. Se forma un cáliz glandular, en el que se secretan resinas amargas y aceites etéreos. El cáliz se recubre con una membrana, a los efectos de impedir un escape de la materia secretada; ante contacto, el cáliz de la lupulina se quiebra. La lupulina contiene todas las sustancias del lúpulo, las cuales son importantes, salvo los taninos, para la elaboración de la cerveza. (Sancho,2015) (Fig.25)

Estructura del cono de lúpulo:



Figura 26. Imagen de la estructura superficial del cono del lúpulo



Figura 27. Estructura del cono de lúpulo.

El lúpulo se comercializa de diferentes maneras:

Lúpulo natural desecado. Si está fresco es la forma que mejor conserva sus propiedades. Para que no pierda calidad debe ser conservado en recipientes libres de oxígeno. Por otra parte, es la forma de distribución más voluminosa.

"Plugs". Se trata de lúpulo desecado y comprimido en tabletas o tochos. Cuando es rehidratado se convierte de nuevo en conos de lúpulo. Son más fáciles de proteger del aire, sin embargo, en el proceso de compresión las glándulas de lupulina puede romperse y facilitar que se volatilicen los componentes aromáticos y se oxiden los ácidos alfa.

"Pellets" o comprimidos. Lúpulo desecado, triturado y compactado en conos o barras. Ofrecen una mejor protección al aire, aunque existen reportes que la compresión afectan negativamente a los componentes naturales del lúpulo. (Calleja, 2013).

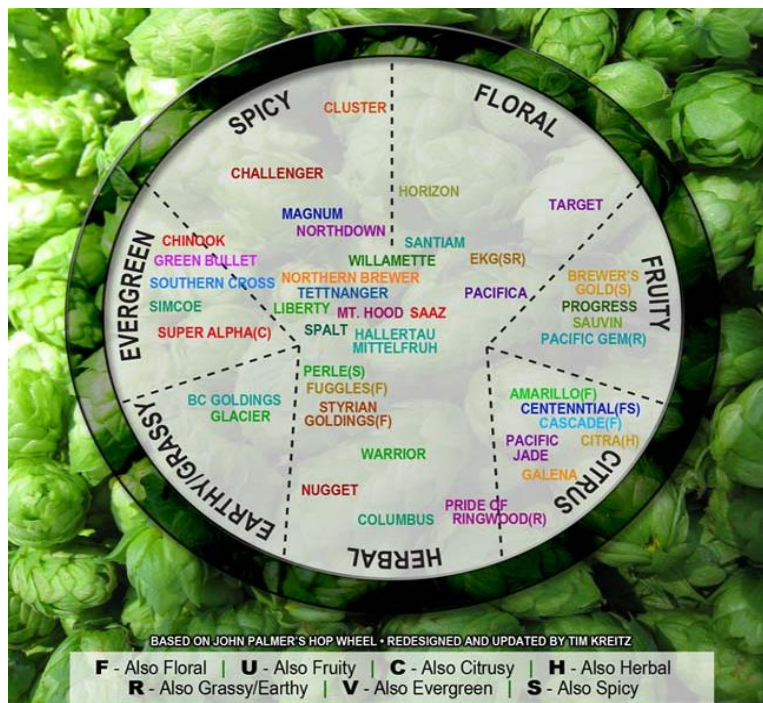


Figura 28. Muestran las variedades del lúpulo y características

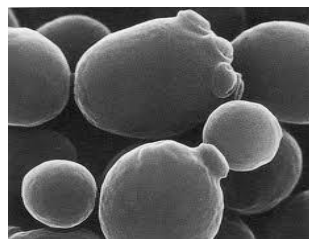
3.6.4 LEVADURA

Las operaciones que se llevan a cabo en la elaboración de cerveza van a depender de la clase de levadura y como consecuencia de las condiciones de fermentación que se usa. Por lo que las cepas de levadura cervecera son principalmente de dos tipos:

- a) floculación alta
- b) floculación baja (Pino, 2017)

La diferencia fundamental que existe entre ambas es que las levaduras de fermentación alta permanecen distribuidas de forma homogénea en el mosto de fermentación y son transportadas a la superficie por el dióxido de carbono generado durante la fermentación. Las levaduras de fermentación baja se depositan en el fondo del fermentador y suelen ser de la especie *Saccharomyces carlsbergensis* o *S. pastorianus*, y las de fermentación alta pertenecen a la especie denominada *Saccharomyces cerevisiae*. Las levaduras de fermentación alta suelen fermentar a temperaturas más elevadas (18-20°C) que las de fermentación baja (10-12°C), por lo que requieren un período más corto de tiempo para finalizar la fermentación baja.

Una vez que las levaduras de fermentación baja finalizan la fermentación generan una cerveza tipo **Lager**, ésta se bombea hacia el interior de un depósito más grande, donde se almacena y madura a baja temperatura (a-1°C, aproximadamente) durante varias semanas. Tras este período de tiempo, la cerveza se filtra y se coloca en depósitos de almacenamiento, de los cuales se extraen para ser envasada. La cerveza de fermentación alta o **Ale** se almacena y madura durante breves períodos de tiempo a temperatura más alta (4-8°C), lo cual contribuye a desarrollar su aroma característico. (Madigan, 2009) (Tabla 2.)



Clasificación primaria de la cerveza		
<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	Poco gas carbónico
Predomina en todo el mundo	Se encuentra en Inglaterra y Norte de Europa	Principalmente Bélgica, Bruselas y sus alrededores
Fermentación 10-12º C	Fermentación 15-18º C	
Tiempo fermentación 3-10 días	Tiempo de fermentación 3-5 días	
Tiempo de maduración 10-30 días	Tiempo de maduración 5-10 días	

Tabla 4. Clasificación primaria de la cerveza

3.6.5 ADJUNTOS

Cuando se dispone de malta con alta actividad enzimática, se puede incorporar otra fuente de almidón en una proporción del 20 al 30% y con el objetivo de disminuir los costos. A estas otras fuentes de carbohidratos se les llama adjuntos y posee un contenido bajo de proteínas y lípidos.

Los adjuntos pueden ser sólidos como el arroz quebrado, harinas de maíz y trigo o líquidos como jarabes de maíz, soluciones concentradas de azúcar y de azúcar invertido. Las grandes industrias cerveceras utilizan adjuntos con el fin de abaratar costos de fabricación. Para los cerveceros artesanales, lo más importante son las cualidades que cada ingrediente aporta al producto final. En general, los adjuntos se utilizan en proporciones del 5%-10% como máximo, con el objetivo de aportar determinados matices al producto final. (Sancho, 2015)

3.7 SUBPRODUCTOS GENERADOS DURANTE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA

La mayor parte de los restos de producción generados en las cervecerías son de carácter orgánico, que pueden ser considerados como subproductos y ser aprovechados por otras industrias (alimentación animal, Industria Farmacéutica y Cosmética) o para utilización agrícola como abono orgánico. Dado el posible valor comercial de los residuos sólidos generados en el proceso de producción y la elevada DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) que presentan, es recomendable minimizar el vertido a las aguas residuales. (Iglesias, 2014)

Generación de subproductos

OPERACIÓN	SUBPRODUCTO
Filtración del mosto	Grano agotado
Clarificación del mosto	Turbios (“ <i>Trüb</i> ”)
Fermentación	Levaduras
Maduración	Levaduras

Tabla 5. Subproductos cerveceros producidos en cada etapa

3.7.1 GRANO AGOTADO

El primer subproducto en volumen es el grano agotado se genera en la etapa de filtración del mosto, que tiene lugar en las tanques-filtro. Suele ser un subproducto apreciado por los ganaderos de las zonas próximas a las cerveceras. Debido a que la malta es la materia prima sólida más utilizada en la elaboración de cerveza no es sorprendente que se produzcan anualmente cantidades grandes de este subproducto debido a la gran producción de cerveza. En las cantidades producidas existe una consideración de acuerdo a los diferentes grados de humedad que puede tener la cascarilla y los turbios calientes que normalmente se mezclan con el bagazo. También puede utilizarse como combustible dentro de las fábricas para la generación de vapor (Iglesias 2014)

LA APLICACIÓN POTENCIAL DEL GRANO AGOTADO
Aplicación
Alimentos para animales y nutrición humana
Producción de energía y biogas
Concentrados de proteínas
<i>Obtención de productos de fermentación como:</i>
Etanol
Ácido láctico
Gomas
Antibióticos
Enzimas
Apoyo a la inmovilización celular
Producción de mosto cervecero para la obtención de cerveza con bajo contenido de alcohol
Cultivo de microorganismos para producción de proteína unicelular (SCP)
Extracción de petróleo

Tabla 6. Aprovechamiento de Subproductos cerveceros.

3.7.2 LEVADURA INACTIVA

Sólo una parte de la levadura puede reutilizarse en el siguiente lote como inóculo. Debe recogerse tanta levadura excedente como sea posible para evitar una elevada demanda química de oxígeno (DQO) en la corriente de aguas residuales. La levadura excedente se ha utilizado tradicionalmente como alimento para el ganado porcino. Otras presentaciones son comercializadas como el extracto de levadura, cápsulas de levadura, cosméticos y en la industria farmacológica. (Iglesias, 2014)

3.7.3 PROTEÍNAS EN MOSTO Y CERVEZA

Las proteínas influyen en todo el proceso de elaboración de la cerveza, no solo en forma de enzimas, sino también en combinación con otras sustancias como los polifenoles. Como enzimas, degradan el almidón, los b-glucanos y las proteínas. En los enlaces proteína-proteína, estabilizan las espumas y son responsables de la sensación en la boca y la estabilidad del sabor, y en

combinación con los polifenoles forman turbidez. Solo alrededor del 20% de las proteínas de grano total son solubles en agua sin embargo no más de un tercio del contenido total de proteínas pasa a la cerveza terminada. La trituration es el primer paso del proceso bioquímico de elaboración de la cerveza y completa la degradación enzimática iniciada durante el malteo. Las enzimas sintetizadas durante el malteo son absolutamente esenciales para la degradación de moléculas grandes durante el triturado. Los tres procesos básicos bioquímicos que tienen lugar durante el malteo son la citólisis, la proteólisis y la amilolisis. Para obtener buenas infusiones, parte de la proteína nativa insoluble debe convertirse en "proteína soluble" durante el malteado y el macerado. Esta fracción comprende una mezcla de aminoácidos, péptidos y proteínas disueltas, y una gran parte de ella surge por la proteólisis de proteínas de cebada. Durante el proceso de elaboración, hay tres posibilidades para descartar las partículas proteicas (no deseadas). La primera es durante la ebullición del mosto, donde las proteínas se coagulan y pueden eliminarse por centrifugación. El segundo, durante la fermentación, donde el pH disminuye y las partículas proteicas se pueden separar por sedimentación. El tercer paso es durante la maduración de la cerveza, las proteínas se adhieren a la levadura y se pueden desechar. Estos polipéptidos, que se originan principalmente a partir de proteínas de cebada, son el producto de las modificaciones enzimáticas (proteolíticas) y químicas (enlaces de hidrógeno, reacción de Maillard) que se producen durante la elaboración de cerveza, especialmente durante el macerado, donde las enzimas proteolíticas son responsables de esas modificaciones. (Steiner-Gastl-Becker, 2010)

3.7.4 “TRÜB”

Durante el malteado, las proteínas de la cebada se degradan parcialmente por las proteinasas en aminoácidos y péptidos que son críticos para obtener malta de alta calidad y, por lo tanto, mosto y cerveza de alta calidad (Steiner-Gastl-Becker, 2010). Durante la cocción, las proteínas sensibles al calor precipitan, formándose el turbio caliente o “*trüb*” que es necesario eliminar de la cerveza. Esta separación se hace en gran escala comercial mediante centrifugación. El mosto hervido entra

en el depósito de forma tangencial, produciéndose unas fuerzas que arrastran el turbio, que queda depositado en la parte central inferior de dichos tanques. El mosto libre de los turbios es enfriado y transferido posteriormente a los tanques de fermentación (Iglesias, 2014).

El turbio se forma cuando los polipéptidos y los polifenoles se unen de manera no covalente; las proantocianidinas (taninos condensados) del tejido testa (capa de semilla) del grano de cebada se transportan desde la malta al mosto y también se encuentran después de la fermentación del mosto en la cerveza, causando la precipitación de proteínas y la formación de turbidez. Se demostró que las proteínas ricas en prolina están involucradas en la formación de turbidez, también se investigó que las prolinas y las hordeínas ricas en ácido glutámico, en el rango de tamaño entre 10 y 30 kDa, son los principales iniciadores que causan el desarrollo de la turbidez. (Steiner-Gastl-Becker, 2010)

Se afirma que las principales proteínas que causan la formación de turbidez en la cerveza son el inhibidor de la tripsina de cebada (CMe), proteína Z y LTP 1, debido a que son estables al calor y resistentes a la modificación proteolítica durante la producción de cerveza resultando ser contribuyentes importantes a la formación de turbidez en la cerveza. (Steiner-Gastl-Becker, 2010)

La eliminación de “*trüb*” promueve pérdidas considerables de mosto ya que su fracción acuosa es de 80 a 90% y puede representar una reducción del extracto entre 1 y 2% del mosto. Por lo tanto, es posible recuperar parte del mosto extraído lavándolo con el siguiente mosto dulce, inmediatamente después de su producción en el proceso de maceración, o mediante centrifugación. En general, el “*trüb*” se dispone sobre el bagazo de malta para aclararlo y lavarlo con agua secundaria para recuperar parte del extracto.

Comúnmente, el “*trüb*” formado se mezcla con los granos gastados de la cerveza u otros ingredientes para la preparación de alimentos para animales. Sin embargo, su composición tiene un potencial significativo para su aplicación en bioprocesos, apuntando particularmente hacia la explotación de su concentración de proteína. (Rocha dos Santos, 2014)

El “trüb” está conformado por proteínas (CMe, Proteína Z y LTP1) las cuales son de gran valor biológico debido a su contenido de aminoácidos esenciales (Protein Data Bank-UniProt-NCBI, 2018) al ser adicionado este subproducto en los alimentos se infiere que serán beneficiosos para la salud por su aporte nutrimental. Aunque esta proposición se tendría que comprobar por otros métodos *in vitro* o incluyendo pruebas biológicas *in vivo*.

Conforme a lo reportado en la literatura en cuanto a producción y obtención de subproductos Brasil, es el tercer país productor de cerveza (12.4 mil millones de L / año), justo después de los Estados Unidos (22.5 mil millones de L / año) y China (48.9 mil millones de L / año). De acuerdo con la producción total de estos tres productores mundiales se genera alrededor de 16.9 millones de toneladas / año de grano gastado, 250 mil toneladas / año de “trüb” caliente y 2.1 millones de toneladas / año de Levadura residual. (Rocha dos Santos, 2014)

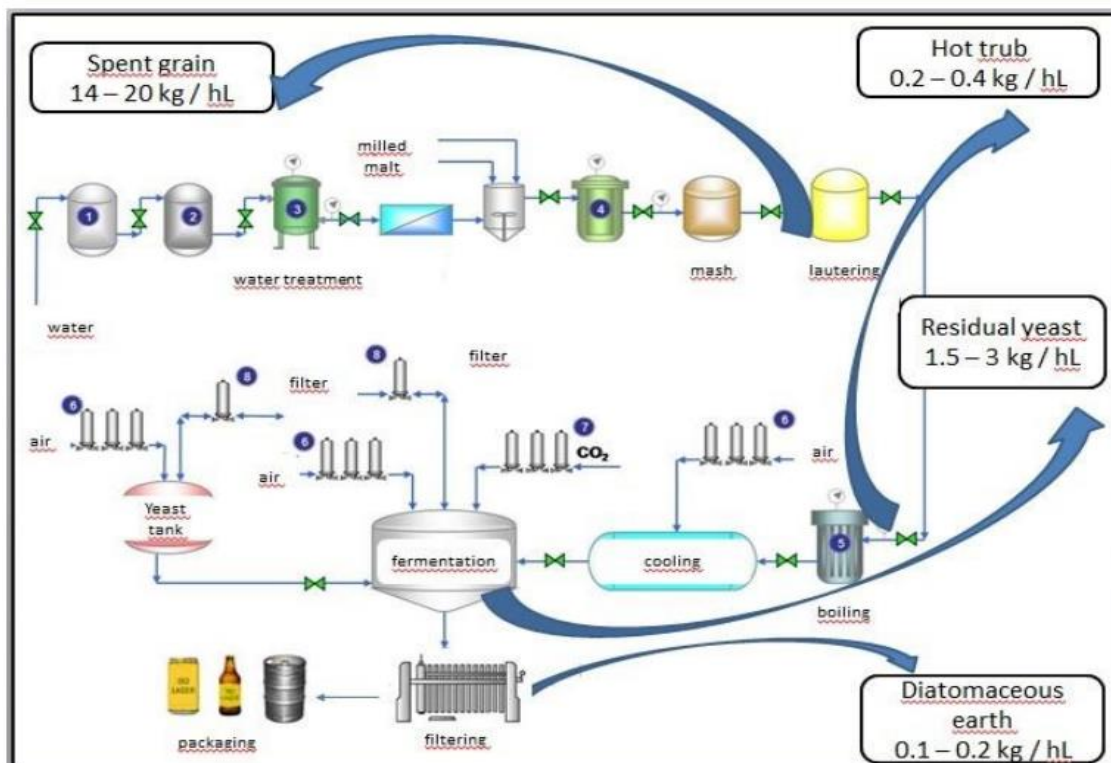


Figura 1. El diagrama de flujo de la cervecería y la generación de residuos. Solid wastes in brewing process: A review (Rocha dos Santos, 2014)

3.8 INDUSTRIA CONFITERA MEXICANA.

La Industria Confitera Mexicana en 2011 tuvo un valor de producción de 25,846 millones de pesos y para en el año 2016 descendió en un 2.9% es decir 25,083 millones de pesos. Se atribuye principalmente esta disminución al Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) que se implementó a los productos de Alto Valor Calórico. Sin embargo, para el año 2021 se espera un valor de 25,155.9 millones de pesos, es decir un alza del 0.3% generada por una sobreproducción de azúcar. El excedente en la producción de azúcar implicará una disminución de los precios en productos elaborados principalmente del dulce sin contar factores externos como fluctuaciones en la cotización del dólar. (Industria Alimenticia, 2018).

De los productos de confitería a nivel nacional, el chocolate continúa siendo el principal representando un 26,9% del mercado total. Este segmento creció en el año 2017 un 12,5% en con respecto al año 2016. El segundo segmento en valor fue la goma de mascar que supone un 15% del valor del sector seguido de los caramelos, tanto duro como con relleno suave, con el 14.6%. (Industria alimenticia, 2018).

Las principales empresas del mercado de confitería siguen siendo Ferrero, Mars, Hershey, Grupo Bimbo, PepsiCo y Nestlé. Ferrero adquirió recientemente la división de confitería de Nestlé para Estados Unidos. Ferrero es una de las empresas de confitería que ha crecido de manera más notoria en el mercado mexicano, aumentando sus ventas en un 8% en el año 2017 con respecto al año anterior llegando a un valor total de 1,077 millones de dólares. Este crecimiento forma parte del plan estratégico de la empresa para crecer un 50% para el año 2022. Mientras tanto Hershey, que cumplirá en el año 2019, cincuenta años de presencia en México, se ha posicionado dentro de la categoría de *snacks* y obtuvo para el año 2017 cifras de crecimiento de dobles dígitos. El lanzamiento de su producto ChocoYogo ha conseguido que la empresa aumente su crecimiento en la mayor cifra desde hace 10 años. Pero México es determinado como uno de los tres mercados de mayor oportunidad a nivel mundial en cuanto al crecimiento en el consumo de chocolate conforme a lo mencionado por Mondelez International,

Inc. que es un conglomerado multinacional estadounidense dedicado a las industrias de la confitería, alimentación y bebidas (Industria alimenticia, 2018).

Por lo descrito puede afirmarse que nuestro país es uno de los principales países productores y consumidores de confitería en América y el mundo. Algunos estudios estiman que se moverá entre los \$4,400 a \$5,400 millones de dólares en los próximos 4 años. México es el 2º proveedor de confitería a Estados Unidos. El consumo de los mexicanos per cápita es de 4.5 kg/año. Figura 17

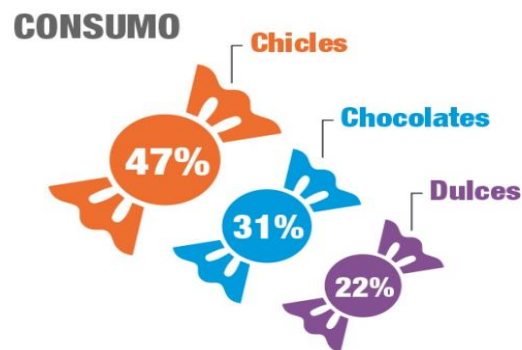


Figura 17. Porcentaje del consumo de confitería en México. (Sintec, 2014).

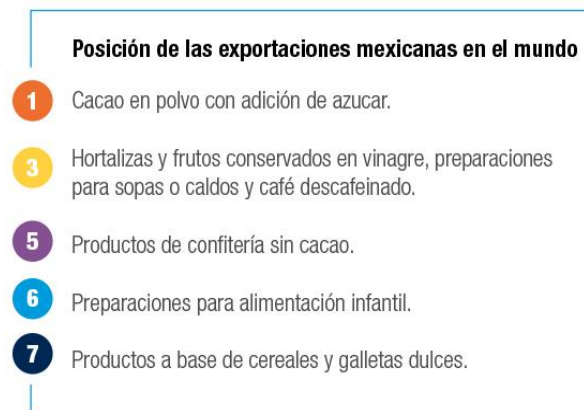


Figura. 18. Exportaciones de México al mundo. (Sintec, 2014).

3.8.1 PRODUCTOS DE CHOCOLATE

Conocido por ser una de las golosinas predilectas de millones de personas, el chocolate es uno de los productos más vendidos en todo el mundo. El consumo de chocolate a nivel mundial se mantiene en ascenso. En año 2016 se estimó que se consumieron 7.3 millones de toneladas de confitería de chocolate por ventas

minoristas de todo el mundo. Para 2020 las proyecciones señalan que se alcanzarán las 7.6 millones de toneladas, de acuerdo con información de ICCO (*The International Cocoa Organization*) y *Euromonitor* proyectada por Statista (Portal de estadísticas “Estadísticas y estudios de más de 22.500 fuentes”). (Nava, 2016)

A continuación, se describe el comportamiento en cuanto al consumo de chocolates y sus productos:

- **Cada mexicano consume al año unos 700 gramos de chocolate por persona**, de acuerdo con cifras de la Asociación Nacional de Fabricantes de Chocolate, Dulces y Similares A.C. (ASCHOCO). A nivel mundial, Suiza es el país donde más se consume con más de 10 kilos por habitante.
- **México ocupa el undécimo lugar** en producción de chocolate a nivel mundial. En mercados como Estados Unidos, M&M’s es la marca de chocolate que más se vende con 580.7 mil millones de dólares; le siguen Hershey’s con 322.3 mil millones de dólares; y Mars –Snickers y MilkyWay– con un acumulado de 158.1 millones, según datos de Grocery Headquarters. (Nava, 2016) (Fig.19)

5 MARCAS QUE LIDERAN LAS VENTAS DE CHOCOLATE

M&M’s encabeza la lista con 580.7 mil millones de dólares en ventas al cierre del año 2015

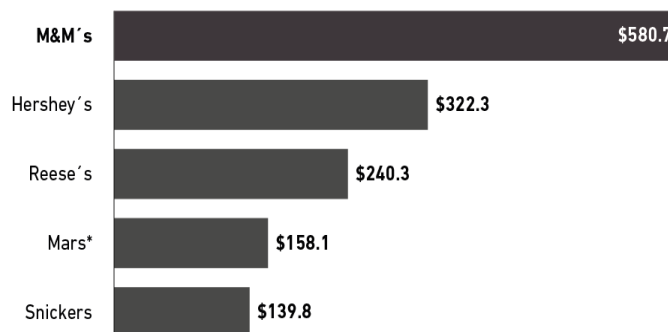


Figura. 19 Marcas con mayor venta de chocolate en E.U.

- En promedio, el valor de las ventas de productos de chocolate elaborados a partir de cacao de enero y hasta octubre de 2016, representan un valor de

1,037,191,000 pesos. De acuerdo con datos del INEGI, el Departamento de Investigación de Merca2.0 identifica que enero, febrero y octubre fueron los meses de mayor consumo, por lo que se prevé que noviembre y diciembre mantengan una tendencia similar. (Nava, 2016).

PRODUCTOS DE CHOCOLATE ¿QUÉ TANTO SE CONSUMEN EN MÉXICO?

Hasta octubre de 2016, las ventas de productos de chocolate superan un valor de mil millones de pesos.

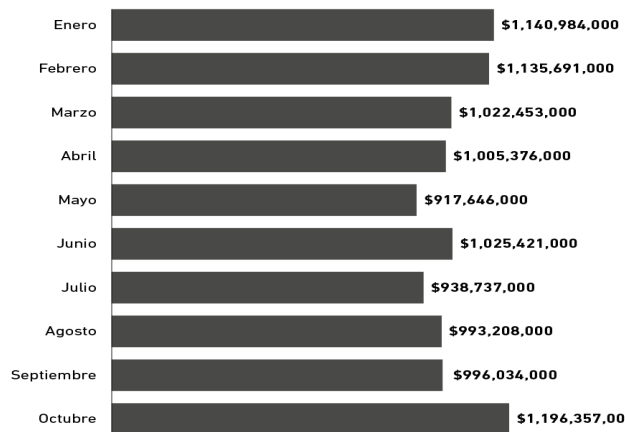


Figura 20. Consumo en México de productos de chocolate

4 JUSTIFICACIÓN

Aprovechar las características composicionales como proteínas y fibra del “*trüb*” subproducto obtenido en el proceso de elaboración de cerveza e incorporarlo a productos de chocolate en barra y pastelillos conocidos como “*brownies*”.

Tras el avance de la parte experimental se optó por incorporar la producción de “*brownies*” en el proyecto final debido a su predominante sabor a chocolate siendo el producto en el cual nos enfocamos en este proyecto.

5 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollo de productos alimenticios con incremento de proteína y fibra, mediante la adición de “*Trüb*” a su formulación y de esta manera reducir la cantidad de este tipo de subproducto de la industria cervecera.

5.1 OBJETIVOS PARTICULARES

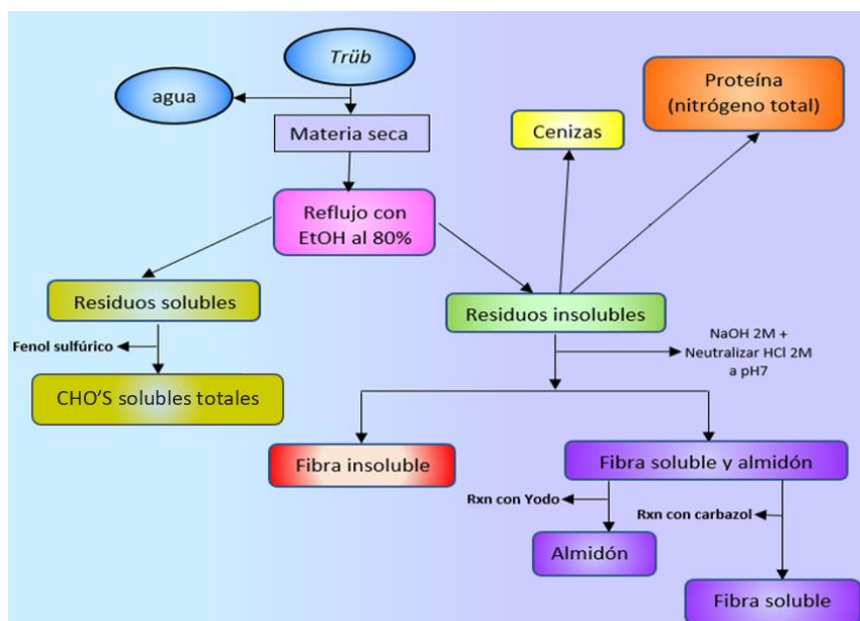
- Determinar la composición del “trüb”.
- Determinar si existe una diferencia significativa en cuanto al punto de vista nutrimental entre los productos finales, de acuerdo a las diferentes formulaciones con o sin “trüb”.
- Lograr con la elaboración y aceptación de este tipo de productos eliminar parcialmente del medio ambiente un compuesto con gran demanda biológica de oxígeno.
- Determinar si la adición de “trüb” modifica los atributos sensoriales como apariencia, sabor y textura, propios del chocolate y “brownie”.

6 METODOLOGÍA

6.1 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE “TRÜB”

Se realizaron una serie de pruebas fisicoquímicas al “trüb” con la intención de establecer las cualidades nutrimentales del “trüb” para determinar cómo se incorpora a los productos propuestos con base al siguiente esquema:

Diagrama de bloques de la secuencia analítica del *trüb*.



6.2 HUMEDAD

Colocar la charola con muestra en el espacio destinado para ello en la termobalanza y encender el equipo. Se registro el porcentaje de humedad cuando ya no hubo variación en la lectura del equipo.

6.3 CENIZAS

Colocar a peso constante los crisoles (2h/600°C) y pesar
Calcinar la muestra seca y pulverizada, previamente pesada en los crisoles a peso constante, primero con un mechero en la campana hasta que no se desprenda humo, y posteriormente meter a la mufla (2h/550°C), hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises. Enfriar en desecador y pesar (Kirk, et al, 1996).

6.4 CARBOHIDRATOS SOLUBLES TOTALES (FENOL-SULFÚRICO)

Para esta prueba se colocó en tubos de ensaye 1mL de la solución acuosa de la muestra, y a cada tubo se les adiciono 0.6mL de una solución acuosa de fenol al 5%. Mezclando perfectamente, adicionar cuidadosamente 3.6mL de ácido sulfúrico concentrado, homogenizar.

Dejar enfriar la mezcla a temperatura ambiente (aprox. 30 min) y realizar la lectura en un espectrofotómetro a 480nm, frente a un blanco preparado de la misma manera utilizando agua.

6.5 ALMIDÓN

Colocar 2mL de la solución de almidón de la muestra en un tubo de ensayo y adicionar 3mL de una solución de I/KI preparada diluyendo 2mL de solución de yodo a 100mL con agua. Medir la intensidad del color azul producido en un espectrofotómetro a 600nm, frente a un blanco de reactivos.

6.6 PECTINAS

Colocar en tubos de ensaye 5mL de la solución de tetraborato de sodio en H₂SO₄ concentrado y 1mL de la solución de la muestra, mezclar y calentar en baño de

agua hirviendo durante 5min, dejar enfriar y leer en el espectro a 530nm, ajustar previamente con un blanco.

6.7 PROTEÍNA (MÉTODO KJELDAHL)

Pesar 0.1g de muestra y que se introdujo en un tubo de Kjendahl, se agregaron 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio y 10mL de ácido sulfúrico concentrado.

- a) Digestión: Calentar hasta la destrucción total de la materia orgánica y una vez terminada la digestión dejar enfriar.
- b) Destilación: En un matraz Erlenmeyer de 250mL se adicionó 50mL de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo 0.1%, se colocó el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen menor a 10mL de agua destilada, se adicionó hidróxido de sodio al 36%
- c) Titulación: Se recogió el destilado (100-150mL) en el matraz Erlenmeyer de 250mL y por último se tituló el exceso de ácido con una solución NaOH 0.1N.

Metodologías reportadas en el “Manual de Análisis de Alimentos Fundamentos y Técnicas”. (Iturbe-Sandoval, 2013)

6.8 RESULTADOS

En esta tabla se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio de los análisis fisicoquímicos realizados al “trüb” y los reportados en el artículo “*Characterization and determination of brewer’s solid wastes composition*” con el fin de comparar los resultados obtenidos experimentalmente.

- Método de secado en termobalanza. (Kirk et al, 1996)
- Método de cenizas totales (calcinación) (Método Oficial AOAC 923.03)
- Método por formación de complejos de inclusión con yodo. (Nielsen et al, 1998)
- Método análisis de pectinas. (Nielsen et al, 1998)
- Método carbohidratos solubles totales fenol-sulfúrico (Dubois, et al, 1956)
- Método de Kjeldahl (Método Oficial AOAC 2001.11)

Caracterización de “trüb” en base seca (g/100g)	Reportado en la literatura	
Humedad en muestra original	85.41	86.9 (Rocha dos Santos, 2015)
Humedad base seca	12.85	
Cenizas totales	5.07	3 y 5 (Rocha dos Santos, 2015)
Carbohidratos digeribles	2.06	
Fibra total	40.19	
Pectinas	2.4	
Fibra insoluble	38.78	
Proteína	48.25	48.8 (Rocha dos Santos, 2015)

Tabla 7. Caracterización de “trüb” cervecero.

6.9 ESTIMACIÓN DE LA OBTENCIÓN ANUAL DE “TRÜB” BASADO EN LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA INDUSTRIAL Y ARTESANAL

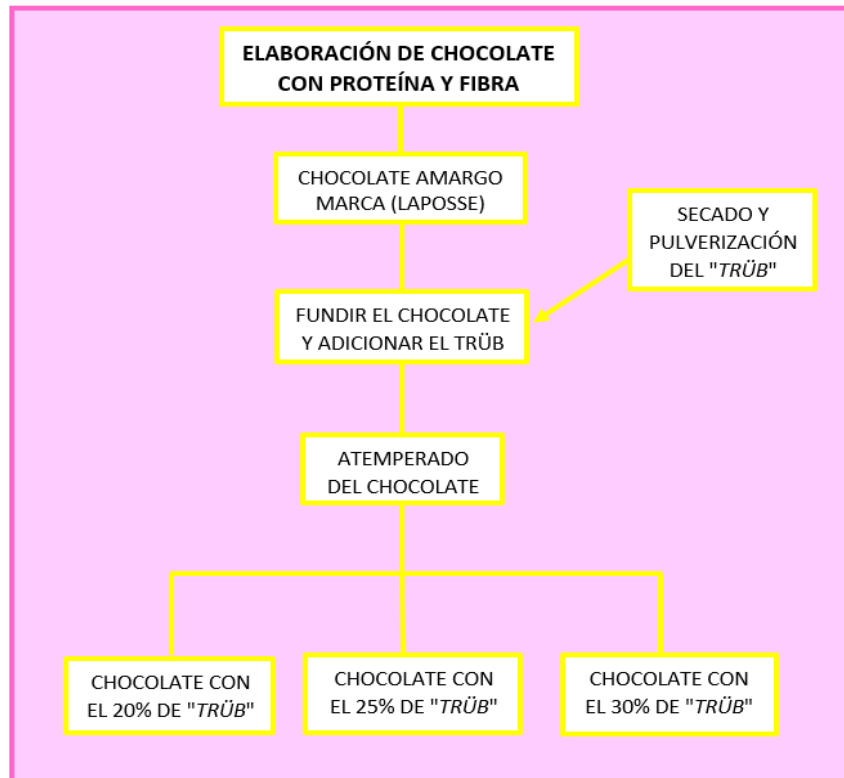
En la siguiente tabla se puede observar una aproximación de la cantidad de “trüb” en base seca que se produce anualmente, dicha aproximación se realizó con lo obtenido de un lote de cerveza elaborado en la planta piloto de la Facultad de Química que consta de 40 L de los cuales se obtuvieron 327g de “trüb” seco y de tal forma se escaló a la producción anual tanto de cerveza Industrial como de cerveza Artesanal.

Cerveza	Cerveza (hL)	Trüb (Kg)
Artesanal (Minerva)	108,723	88,881.0525
Industrial	110,000,000	89,925,000.00
		90,013,881.05

Tabla 8. Esta es una aproximación de la obtención de “trüb” entre cervecerías industriales y artesanales, de acuerdo a la producción anual reportada por Cerveceros de México y Acermex.

7. CAPÍTULO 1. ELABORACIÓN “CHOCOLATE AMARGO” UTILIZANDO EL “TRÜB” CERVECERO.

7.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN



7.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN

Se seleccionó chocolate como materia prima debido a las características propias del “trüb” el cual es un polvo con una astringencia notoria. Posteriormente se evaluó, en tres diferentes variedades de chocolate, las cuales fueron chocolate con leche, chocolate semiamargo y chocolate amargo. Teniendo como resultado final el uso de chocolate amargo dado que este permitía una mayor adición de “trüb” a causa de que la percepción de dicho sabor era menor.

Una vez que sé determino que tipo de chocolate se emplearía para el desarrollo de este producto; comenzamos con diversas formulaciones para establecer las concentraciones que se utilizarían para realizar la evaluación sensorial, las cuales fueron delimitadas en el punto que el sabor fuera agradable al paladar.



CHOCOLATE CON EL
20% DE "TRÜB"



CHOCOLATE CON EL
25% DE "TRÜB"



CHOCOLATE CON EL
30% DE "TRÜB"

Se eligieron las formulaciones anteriores debido a que se buscaba obtener un producto agradable al paladar del consumidor, en lugar de un producto con un alto contenido de proteína y fibra, pero desagradable al paladar tanto en sabor y textura. Por esta razón se realizaron varias formulaciones de tal forma que se eligieran las de mejor sabor y textura para ser evaluadas por el consumidor, sin dejar de lado el propósito de este proyecto que es el aprovechamiento de este subproducto conocido como "trüb", el cual le proporciona un aporte nutrimental con un incremento significativo de proteína y fibra al producto final.

La textura se vio modificada debido a que no se cuenta con el equipo industrial, necesario o con la "tecnología de punta" requerida, para que el "trüb" fuera molido a un tamaño de partícula del orden de las 20 a 50 micras que tiene el chocolate industrial), y así lograr que la textura no fuera modificada ni percibida por el consumidor.

Resultados

Contenido de proteína y fibra de cada una de las formulaciones empleadas para el análisis sensorial de los chocolates elaborados con "trüb", con base en los resultados obtenidos de proteína y fibra en la caracterización del "trüb". (Tabla 5)

Producto	Presentación	Con “trüb”	Sin “trüb”	Incremento
Chocolate 20% de “trüb”	10g	Proteína: 1.46g Fibra: 1.28g	Proteína: 0.7g Fibra: 0.6g	Proteína: 52% Fibra: 53%
Chocolate 25% de “trüb”	10g	Proteína: 1.65g Fibra: 1.53g	Proteína: 0.7g Fibra: 0.6g	Proteína: 58% Fibra: 60%
Chocolate 30% de “trüb”	10g	Proteína: 1.84g Fibra: 1.63g	Proteína: 0.7g Fibra: 0.6g	Proteína: 62% Fibra: 63%

Tabla 9. Comparación del producto con y sin “trüb”, mostrando el incremento de proteína y fibra en las diferentes formulaciones.

Se compararon con productos que se elaborarán de manera similar, al realizado en el laboratorio. Es decir, en cuanto a nivel de producción y su elaboración a mano, con maquinaria y herramientas más simples originando un producto personalizado a pequeña escala diferenciándolo de un producto industrial que no es elaborado a mano si no por equipos de tecnología de punta en menor tiempo y con una producción en masa. Por lo que este fue uno de los principales motivos para comparar con un producto artesanal y no uno industrial. (Bustos, 2009)

Los productos que se seleccionaron para la comparación eran productos que tuvieran un proceso de elaboración igual o similar al producto final obtenido el cual es comparable con un producto artesanal.

Productos artesanales



7.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

En la siguiente tabla se muestran los resultados microbiológicos del chocolate con proteína y fibra, el cual cumplen con las especificaciones establecidas en la NORMA Oficial Mexicana NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial. También se observan los resultados de mesófilos aerobios para los dos diferentes chocolates artesanales. De la prueba donde se determina el crecimiento de mesófilos aerobios para los tres chocolates el que presenta menor contaminación microbiana es el Xoco Amargo Le Caméléon, seguido del chocolate con proteína y fibra, y finalmente por el Chocolate Maya. Sin embargo, esto no significa que el chocolate Xoco Amargo, Le Caméléon como Chocolate Maya cumplan con las especificaciones sanitarias establecidas en dicha norma. Cabe mencionar que las pruebas para coliformes totales y salmonella spp, no fueron realizadas por falta de recursos y tiempo lo que hubiera permitido una aproximación de las condiciones en que se elaboran cierto tipo de productos.

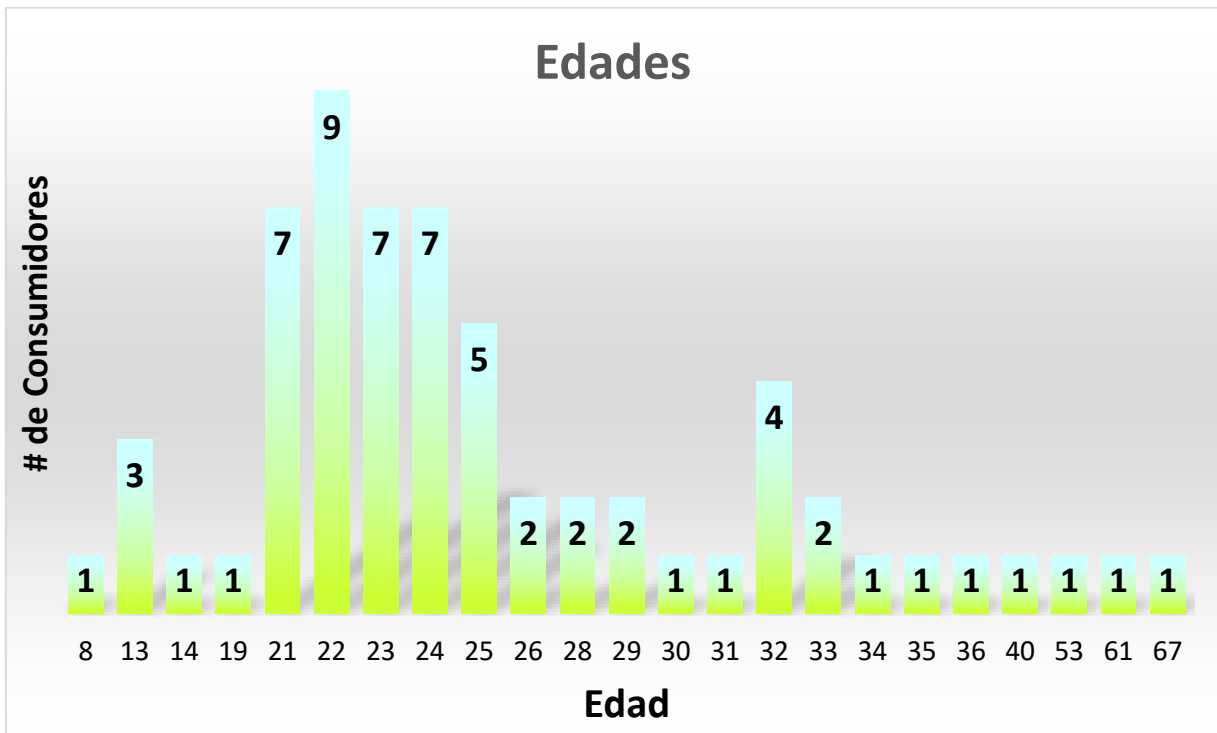
Resultados				
	Mesófilos aerobios UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Salmonella spp. en 25 g
Chocolate con proteína y fibra	54X10 ³	45, v.e.	< 0.3, s.m.	Ausente
Límite de NOM-186-SSA1/SCFI-2002	N.A.	N.A.	Ausente	10
Observaciones	Cumple estas especificaciones			
s.m.: sensibilidad del método v.e.: valor estimado N.A. No aplica				
Xoco Amargo Le Caméléon	6X10 ²	-----	-----	-----
Chocolate Maya	84X10 ³	-----	-----	-----

Tabla 10. Resultados del análisis microbiológico del chocolate elaborado en el laboratorio y dos diferentes chocolates artesanales.

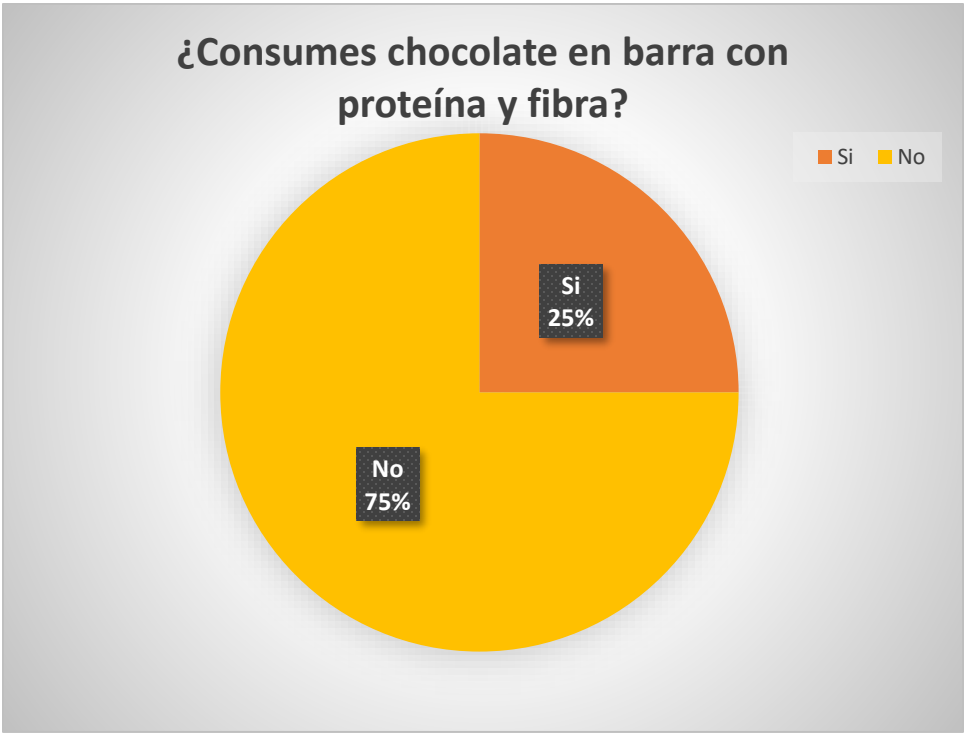
7.4 ANÁLISIS SENSORIAL

7.4.1 PRUEBAS CON CONSUMIDORES PARA CHOCOLATE CON PROTEÍNA Y FIBRA

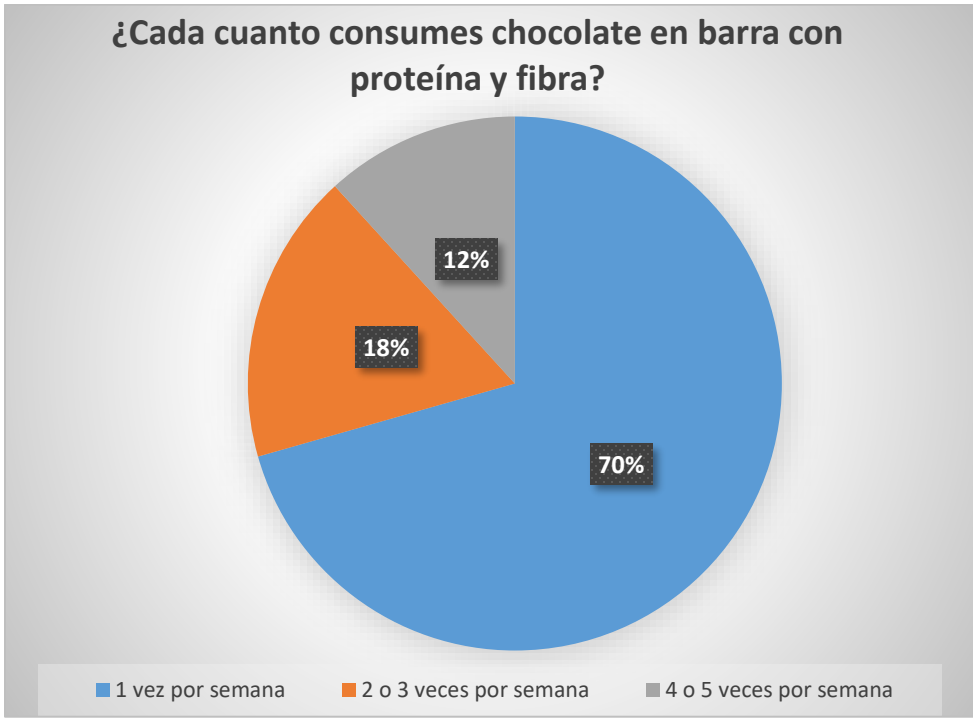
Estas pruebas se efectuaron para determinar si este tipo de productos son consumidos y con qué frecuencia; también ayudaran a precisar si entre las diferentes formulaciones evaluadas hay una diferencia significativa o si al consumidor les gustan los atributos evaluados como en este caso el sabor y textura, y finalmente si alguna de las muestras tiene mayor preferencia. Determinando así si el producto desarrollado es del agrado del consumidor y por lo tanto si este podría consumirlo, al final el estudio indicó también que casi un 40 % de los consumidores pagaría de 15 a 20 pesos por una barra de 40 gramos de chocolate con proteína y fibra. (Gráfica 6)



Gráfica 1. Este gráfico muestra que dentro de los consumidores que realizaron la evaluación sensorial la mayoría tenían entre 21 y 24 años de edad.



Gráfica 2. En este gráfico se observa que más de un 70 % de los consumidores no frecuentan este tipo de productos.



Gráfica 3. Este gráfico representa con qué frecuencia es el consumo de este tipo de producto, por el 25% que si lo consume.

7.4.2 PRUEBA CON CONSUMIDORES (PRUEBAS AFECTIVAS)

Se realizó la prueba de nivel de agrado con una escala estructurada y verbal. Se obtuvieron datos paramétricos y se realizó una prueba de análisis de varianza para el tratamiento estadístico de los datos.

ANOVA		Alpha 1cola			0.05	Alpha 2cola		0.025
<i>Factor</i>	SS	GL	CM	Fcal	Ftablas			
<i>Marca</i>	64.794	2	32.397	18.457	3.792	Si hay diferencia significativa		
<i>Jueces</i>	292.647	67	4.368	2.488	1.496	Si hay diferencia significativa		
<i>Error</i>	235.206	134	1.755					
<i>Total</i>	592.647	203	2.919					

Tabla 11. Esta tabla muestra el resultado del análisis de varianza realizado a la prueba realizada al chocolate en barra con proteína y fibra

Se realizó la prueba de Friedman para hacer la comparación por rangos para tratar los resultados obtenidos con la prueba de ordenamiento (preferencia). El número 1 corresponde a la que más prefiero y el número 3 a la que menos prefiero.

Muestra	Chocolate con el 20% de "trüb"	Chocolate con el 25% de "trüb"	Chocolate con el 30% de "trüb"
Tp	108	130	170

Tabla 12. Tabla con los resultados de la prueba de preferencia.

$$x^2 = 29.059 > 5.99 \therefore \text{Si hay diferencia significativa}$$

¿Cuáles muestras son diferentes?

Muestra	Diferencia	Distancia mínima = 22.86
30%-25%	40	Si hay diferencia significativa
20%-30%	62	Si hay diferencia significativa
25%-20%	22	No hay diferencia significativa

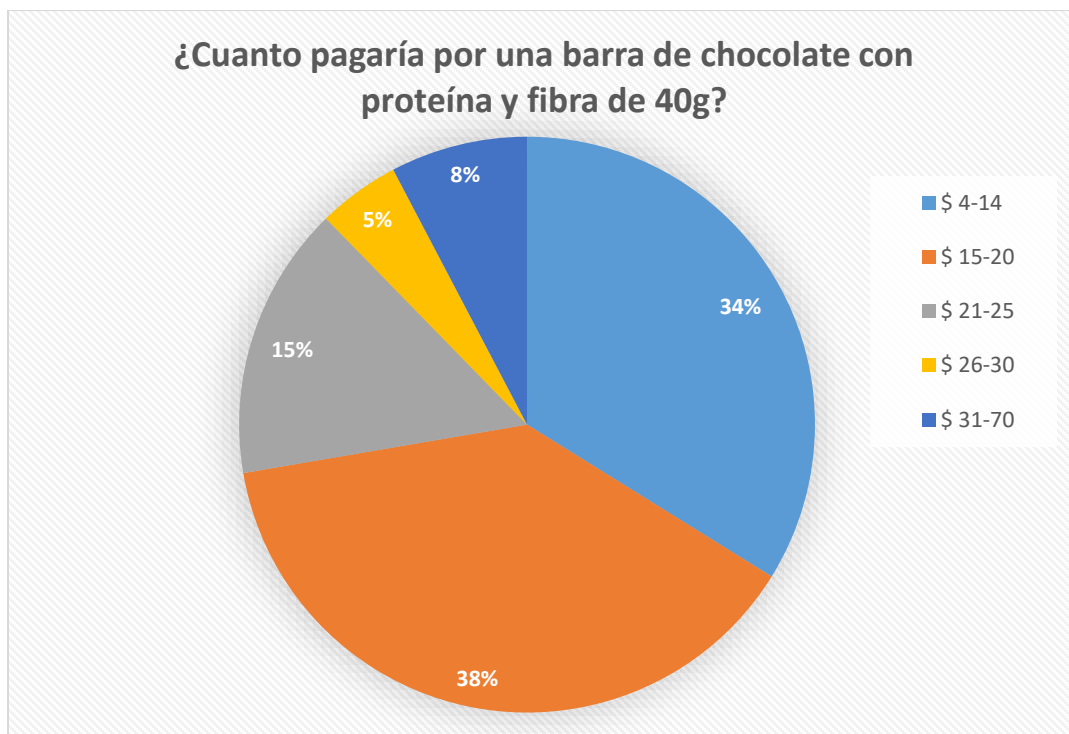
Tabla 13. Comparación por rangos utilizando la distancia mínima.



Gráfica 4. Gráfico de que sabor les gusta más en cuanto a las diferentes formulaciones de chocolate con proteína y fibra con 20% (831), 25% (255) y 30% (404) de "trüb".



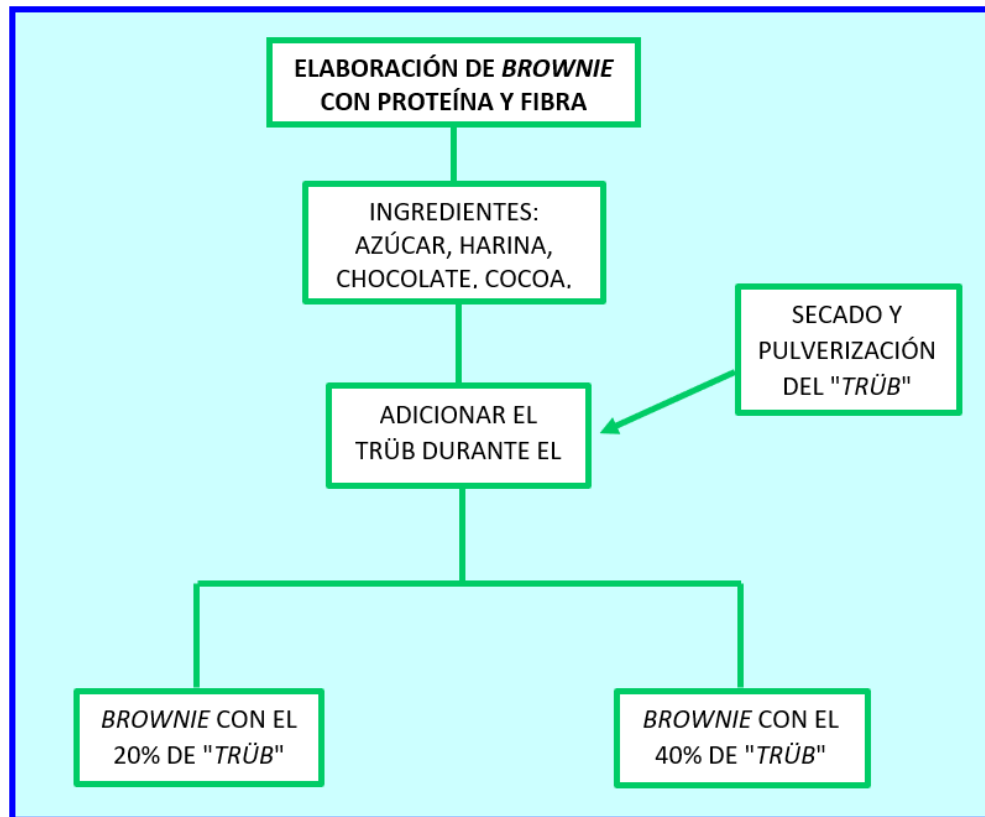
Gráfica 5. Gráfico de que textura les gusta más en cuanto a las diferentes formulaciones de chocolate con proteína y fibra con 20% (831), 25% (255) y 30% (404) de “trüb”.



Gráfica 6. Este gráfico muestra cuanto pagarían los consumidores por una barra de chocolate con proteína y fibra en una presentación de 40g.

8. CAPITULO 2. FABRICACIÓN DE UN PANQUÉ TIPO “*BROWNIE*” FORMULADO CON “*TRÜB*” CERVECERO

8.1 METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN



8.2 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN

Se decidió este tipo de producto por su sabor a chocolate el cual como se mostró con anterioridad permitía reducir la percepción del sabor astringente propio del subproducto. También se quiso experimentar con una textura opuesta debido a que en este caso es una consistencia suave, y determinar si había un cambio menos o más notorio en la misma. De igual manera se realizaron pruebas con diferentes formulaciones para establecer las concentraciones de “*trüb*”, que se emplearían fijando como delimitación que el sabor fuera agradable para el paladar.



"BROWNIE" CON EL
20% DE "TRÜB"



"BROWNIE" CON EL
40% DE "TRÜB"

Se determinaron como formulaciones finales las mostradas anteriormente dado que se buscaba la obtención de productos de sabor y textura agradable para los consumidores, sin olvidar la finalidad de este proyecto que es el aprovechamiento de este tipo de subproducto cervecero "trüb", dando como resultado final la obtención de productos con un mayor aporte de nutrimental pero sin perder las propiedades sensoriales de sabor y textura características de este tipo de productos que son del gusto del consumidor, logrando así de igual manera un incremento significativo de proteína y fibra en cada una de las formulaciones finales.

RESULTADOS

Contenido de proteína y fibra de las dos formulaciones empleadas para el análisis sensorial de "brownies" elaborados con "trüb", en base a los resultados obtenidos de proteína y fibra en la caracterización del "trüb". (Tabla 5)

Producto	Formulación	Con “trüb”	Sin “trüb”	Incremento
“Brownie” 20% de “trüb”	1	Proteína: 16.52g Fibra: 4.99g	Proteína: 14.07g Fibra: 2.23g	Proteína: 14% Fibra: 55%
“Brownie” 40% de “trüb”	2	Proteína: 18.99g Fibra: 7.76g	Proteína: 14.07g Fibra: 2.23g	Proteína: 26% Fibra: 71%

Tabla 14. Comparación del producto con y sin “trüb”, mostrando el incremento de proteína y fibra en las diferentes formulaciones.

La principal razón de comparar con un producto artesanal se debe a que el proceso de elaboración del producto realizado en el laboratorio, fue de manera manual con máquinas y herramientas simples lo cual requiere mayor tiempo de elaboración teniendo finalmente un producto personalizado con una producción pequeña característica de los productos artesanales a diferencia de los productos industriales estandarizados, que son realizados por equipos con tecnología de punta en menor tiempo y con una producción en masa. (Bustos, 2009)

Por esta razón se seleccionó un producto que tuviera un proceso de elaboración artesanal equivalente al producto elaborado en el laboratorio.

PRODUCTO ARTESANAL



8.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

En la siguiente tabla se muestran los resultados microbiológicos del “*Brownie*” con proteína y fibra, el cual cumplen con las especificaciones establecidas en la NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. Asimismo, se observan los resultados de mesófilos aerobios para un “*Brownie*” artesanal. Sin embargo, aunque en el caso del “*Brownie*” artesanal no se realizaron las pruebas de coliformes totales y *salmonella* spp. por falta de recursos y tiempo, los resultados de mesófilos aerobios realizada muestra que no cumple con las especificaciones establecidas en la NOM-247-SSA1-2008, sin embargo, la falta de las pruebas antes mencionadas podría indicarnos el riesgo que corre el consumidor al consumir este producto.

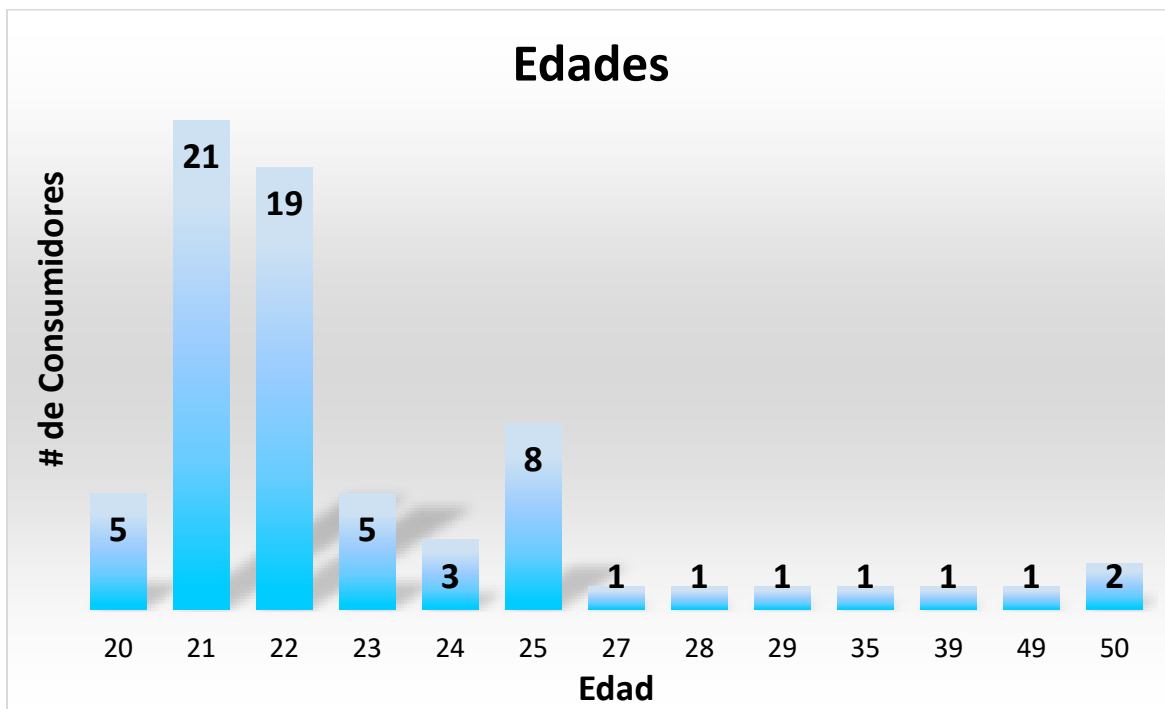
Resultados				
	Mesófilos aerobios UFC/g	Mohos y levaduras UFC/g	Coliformes totales NMP/g	Salmonella spp. en 25 g
“<i>Brownie</i>” con proteína y fibra	4 x 10 ³	< 10, s.m.	< 0.3, s.m.	Ausente
Límite de NOM				
Panqués	10 x10 ³		20 UFC/g	Ausente
Pan de dulce	5 x10 ³	N.A.	20 UFC/g	Ausente
Observaciones	Cumple especificación		Cumple estas especificaciones	
s.m.: sensibilidad del método		N.A. No aplica		
Mi “<i>Brownie</i>” (Artesanal)	24x10 ³	-----	-----	-----
Observaciones	No cumple especificación	N.A.	-----	-----

Tabla 15. Resultados del análisis microbiológico del “*Brownie*” con proteína y fibra, y de un “*Brownie*” artesanal.

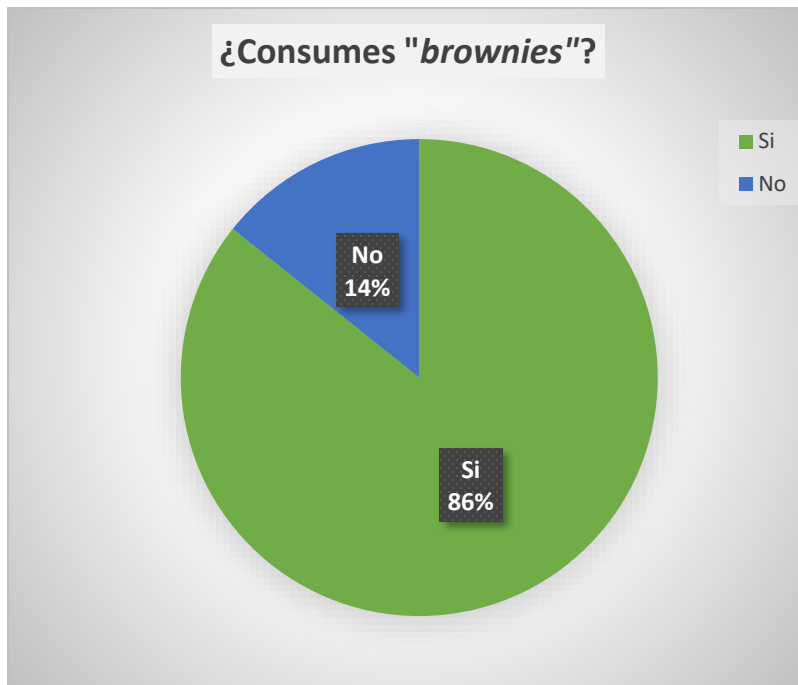
8.4 ANÁLISIS SENSORIAL

8.4.1 PRUEBAS CON CONSUMIDORES PARA “BROWNIE” CON PROTEÍNA Y FIBRA

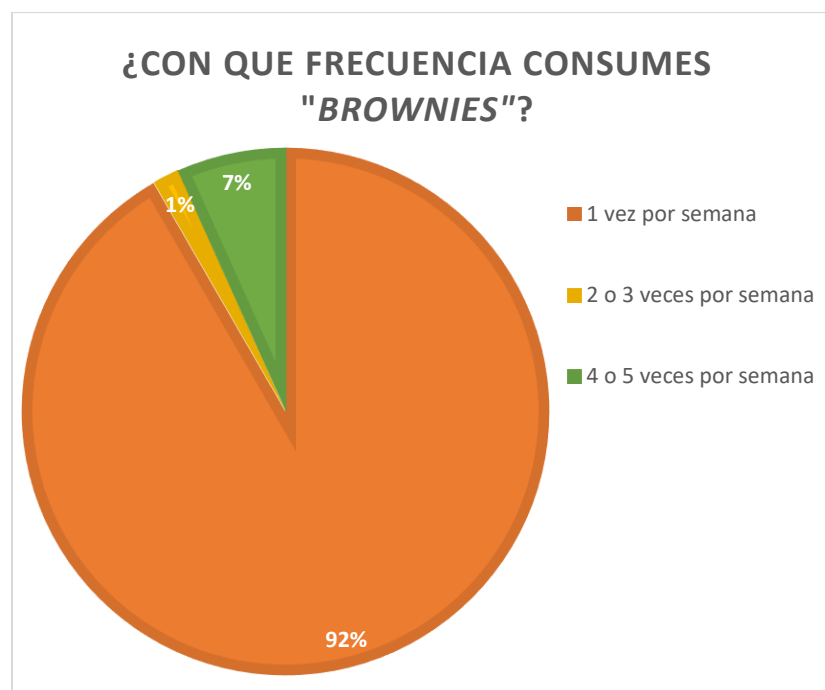
Estas pruebas se efectuaron para precisar si este tipo de productos son consumidos y con qué frecuencia, también ayudara a puntualizar si entre las dos diferentes formulaciones que fueron evaluadas hay una diferencia significativa o si a los consumidores les gustan los atributos evaluados de sabor y textura, y finalmente si alguna de las muestras tiene mayor preferencia estableciendo así el producto desarrollado es del agrado del consumidor y cuanto pagaría por un “brownie” con proteína y fibra en una presentación de 90g, dando como resultado que más del 50% de los consumidores pagarían de 15 a 20 pesos.



Gráfica 7. Este gráfico muestra que dentro de los consumidores que realizaron la evaluación sensorial la mayoría estaba tenían entre 19 y 21 años de edad.



Gráfica 8. En este gráfico se puede observar que sólo un 14 % de los consumidores no frecuentan este tipo de productos.



Gráfica 9. Este gráfico representa con qué frecuencia se consumen "brownies", observando que más del 90% lo consumen al menos una vez a la semana.

8.4.2 PRUEBA CON CONSUMIDORES (PRUEBAS AFECTIVAS)

Se realizó la prueba de nivel de agrado con una escala estructurada y verbal. Se obtuvieron datos paramétricos y se realizó una prueba de análisis de varianza para el tratamiento estadístico de los datos.

ANOVA		Alpha 1cola		0.05	Alpha 2cola		0.025
Factor	SS	GL	CM	Fcal	Ftablas		
Muestras	0.179	1	0.179	0.084	5.250	No hay diferencia significativa	
Jueces	184.293	69	2.671	1.251	1.609	No hay diferencia significativa	
Error	147.321	69	2.135				
Total	331.793	139	2.387				

Tabla 16. Esta tabla muestra el resultado del análisis de varianza realizado a la prueba realizada al “Brownie” con proteína y fibra.

Se realizó la prueba de Friedman para hacer la comparación por rangos para tratar los resultados obtenidos con la prueba de ordenamiento (preferencia). El número 1 corresponde a la que más prefiero y el número 2 a la que menos prefiero.

Muestra	“Brownie” con el 40% de “trüb”	“Brownie” con el 20% de “trüb”
<i>T_p</i>	103	107

Tabla 17. Tabla con los resultados de la prueba de preferencia.

$$x^2 = 0.229 < 3.84 \therefore \text{No hay diferencia significativa}$$

Muestra	Diferencia	Distancia mínima= 16.40
20%-40%	4	No hay diferencia significativa

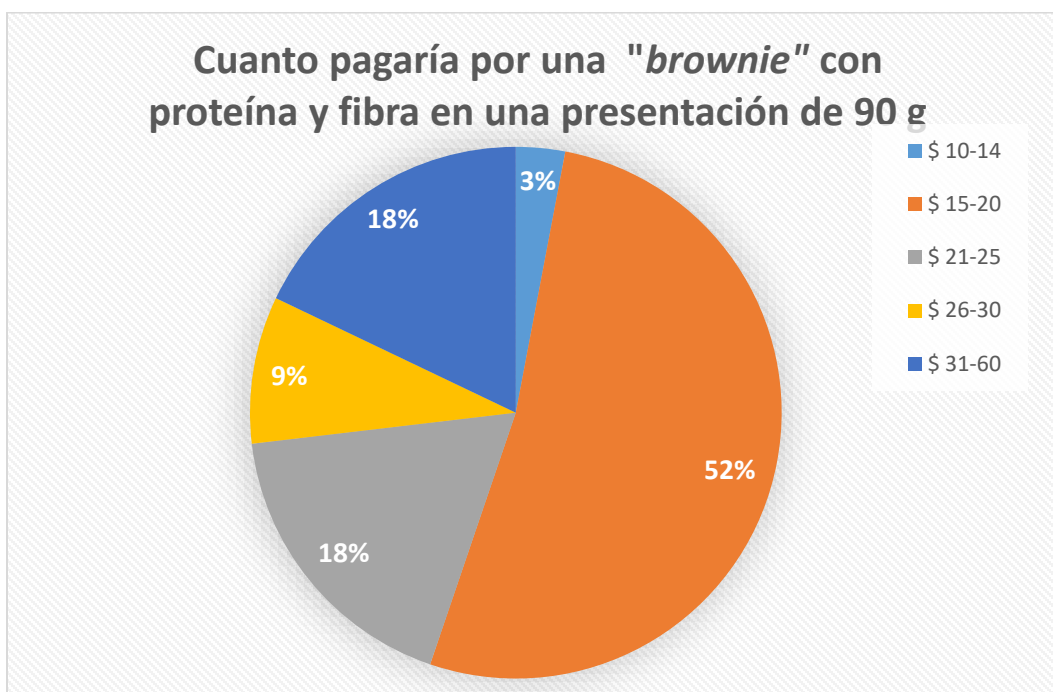
Tabla 18. Comparación por rangos utilizando la distancia mínima.



Gráfica 10. Gráfico de que sabor les gusta más en cuanto a las diferentes formulaciones de “brownie” con proteína y fibra 40% (977) y 20% (509) de “trüb”.



Gráfica 11. Gráfico de que textura les gusta más en cuanto a las diferentes formulaciones de “brownie” con proteína y fibra con 40% (977) y 20% (509) de “trüb”.



Gráfica 12. Este gráfico representa cuanto pagarían los consumidores por un "brownie" con proteína y fibra en una presentación de 90g.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La prueba con consumidores de chocolate en barra y "brownie" con proteína y fibra se realizó a 68 y 70 personas respectivamente, realizando una selección aleatoria de los individuos. La ubicación de la prueba fue en el laboratorio 4-A de la Facultad de Química, la presentación de las muestras fue de forma comparativa y aleatoria en cuanto al orden de las muestras evaluadas.

Se realizó la prueba de ordenamiento (preferencia) y los resultados fueron tratados estadísticamente con el método de Friedman, con los resultados obtenidos de esta prueba se concluyó que, sí hay diferencia significativa entre las formulaciones con 20 y 30% de "trüb", al igual que en las formulaciones con 25 y 30% de "trüb", sin embargo, también se determinó estadísticamente que entre las muestras con formulaciones 20 y 25% de "trüb" no hay diferencia significativa en los chocolates, al igual que en el caso de los "brownies" los resultados obtenidos indican que no hay diferencia significativa entre ambas formulaciones con 20 y 40% de "trüb". Se realizó esta prueba debido a que el método de Chi² (Tablas 12)

mostró que, si había diferencia significativa entre las muestras, por lo cual se debía determinar si esta diferencia se aplicaba a todos los casos posibles lo cual se puede observar en la (Tabla 13) para el caso del chocolate, y en el caso del “brownie” se realizó esta prueba para corroborar los resultados obtenidos con el método de χ^2 (Tabla 17) que indicaban que no había diferencia significativa entre las dos formulaciones así pues se observa el resultado en la Tabla 18.

Este estudio asimismo reveló que sólo el 25% de los consumidores han probado chocolate en barra con proteína (Gráfico 2) y fibra, pero de igual forma para los consumidores que han probado este tipo de producto se observó que el 70% de los consumidores no son consumidores tan frecuentes del producto ya que lo comen 1 vez por semana, que el 18% lo come de 2-3 veces por semana y el 12% de 4- 5 veces a la semana (Gráfico 3). Por otro lado, el estudio realizado a los “brownies” reveló que el 86% de los consumidores que evaluaron si consumen “brownie” (Gráfico 8), sin embargo, más del 90% no son consumidores tan frecuentes consumiéndolo 1 vez por semana, el 1% lo come de 2-3 veces por semana y el 7% sería los consumidores más frecuentes comiendo de 4-5 veces por semana (Gráfico 9), lo cual generaría que el producto sea dirigido a un mercado reducido para consumidores muy frecuentes, pero tomando en cuenta que los consumidores menos frecuentes que son más del 90%, lo consumen una vez a la semana sigue siendo un mercado prometedor para el consumo de este producto.

La prueba de nivel de agrado se realizó con una escala estructurada verbal (hedónica) y los resultados se analizaron estadísticamente con el análisis de varianza (ANOVA). Los resultados se muestran (Tabla 11) indicando que, sí hay diferencia significativa entre las muestras analizadas, por lo que, si hay una o unas que se prefieran respecto a la o las otras para el chocolate, mientras que para el “brownie” los resultados muestran (Tabla 16) que entre las dos muestras no existe diferencia significativa.

Una vez efectuadas las pruebas con consumidor se realizó el análisis estadístico con el cual se sabe que la formulación con preferencia fue la del chocolate con el 20% de “trüb”, posteriormente la formulación con el 25% de “trüb” y por último la

formulación con el 30% de “trüb”, no obstante, el análisis estadístico muestra que entre las formulaciones con el 20 y 25 % no hay diferencia significativa. En el caso del “brownie” se saben que la formulación con mayor preferencia fue la formulación con el 40% de “trüb”, sin embargo esta preferencia es mínima de manera que el análisis estadístico indica que entre ambas formulaciones 40 y 20% de “trüb” no hay diferencia significativa, por ello en ambos casos se tomara en cuenta que al aumentar el contenido de este subproducto tanto en chocolates como en “brownies” se lograría una disminución en el costo de producción, debido a la procedencia de esta proteína la cual no representaría una gran inversión en cuanto al costo de la misma.

Del mismo modo se obtuvo como resultado que para los atributos evaluados de sabor y textura, el chocolate de mayor agrado fue el que contenía 20% de “trüb”, seguido del 25% de “trüb” y finalmente el del 30% de “trüb” (Gráficos 4 y 5), corroborando así de igual manera los resultados de preferencia con relación a las diferentes formulaciones, no obstante el “brownie” de mayor agrado de acuerdo a los atributos evaluados fueron los de 40% de “trüb” ratificando así el resultado obtenido en la prueba de preferencia con relación a las dos formulaciones evaluadas (Gráficos 10 y 11).

Cabe señalar también que para el caso de los chocolates el mayor número de evaluadores estaban entre las edades (Gráfico 1) de 21 y 24 años, lo cual influye en el gusto de la persona debido aunque se espera que en personas adultas predomine el gusto por productos menos dulces en contraste con un niño el cual preferiría un producto con mayor dulzor, sin embargo esto no es siempre así puesto que se realizaron evaluación a niños entre los 8 y 13 años los cuales prefirieron las muestras con mayor contenido de “trüb” sin importar que estos se percibirán más amargos en comparación a las otras formulación, corroborando así también con los resultados a pesar de que la mayoría de los evaluadores fuesen adultos ellos prefirieron las formulaciones más dulces, por lo que se tendrían que realizar dos estudios uno solo con niños y otro solo adultos y ver la diferencia en cuanto a preferencia. Para el caso de los “brownies” la mayoría de los evaluadores estuvieron entre las edades de 21 y 22 años por los cual no se observó

variabilidad en cuanto a la preferencia puesto que en este estudio no se realizó evaluación con niños para observar dicha diferencia, por lo cual de igual manera debería realizar un estudio con adultos y niños para determinar, si existe una diferencia notoria en cuanto a la aceptación del producto por la diferencia de edades y que edades serían el mejor mercado para este tipo de productos.

Los consumidores también señalaron que para ambos productos evaluados la mayoría pagaría de 15 a 20 pesos tanto para la presentación de 40 g de una barra de chocolate con proteína y fibra, como para un “*brownie*” de 90g con proteína y fibra. (Gráficos 6 y 12)

En cuanto a los resultados microbiológicos (Tablas 10 y 15) ambos productos elaborados en el laboratorio cumplen con las especificaciones sanitarias estipuladas en las siguientes normas, NOM-186-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Cacao, productos y derivados. I Cacao. II Chocolate. III Derivados. Especificaciones sanitarias. Denominación comercial, para el chocolate macizo. Métodos de prueba, para el chocolate y NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Métodos de prueba, para el “*brownie*”, mostrando así que se tuvo la higiene adecuada durante el proceso de elaboración de los productos al igual que los equipos, los utensilios y el área a utilizar fue sanitizada de manera correcta.

10. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

- Con la incorporación del “*trüb*” a chocolates y “*brownies*” se infiere que este tipo de productos puedan generar un mayor aporte de proteína y fibra a la dieta.
- Del análisis sensorial realizado se extrae que la adición de “*trüb*” modificó el sabor y textura en ambos productos por lo cual se realizaron diferentes formulaciones hasta determinar cuáles serían evaluadas con los consumidores. No obstante, en ambos casos el cambio fue más evidente en los chocolates que en los “*brownies*”, y esto puede deberse a que en el

caso del “*brownie*” tanto la textura como el sabor depende de todos los ingredientes en conjunto, por lo que se tendría que adicionar o modificar más de uno para notar un cambio evidente.

- En el caso del chocolate elaborado, se considera que es necesario contar con el equipo necesario para obtener un tamaño de partícula del orden de las 20 a 50 micras que tiene el chocolate industrial para conseguir la textura deseada.
- Del presente trabajo se extrae la posibilidad de diversificar el aprovechamiento de subproductos y al mismo tiempo, impactar positivamente el medio ambiente considerando que el destino del “*trüb*” generado en las cervecerías artesanales es incierto.

Sugerencias

- Considerar para estudios futuros realizar ensayos para establecer cómo asimila el organismo este tipo de nutrientes.
- Continuar con otros estudios podría ser determinar en qué otros alimentos se puede implementar este subproducto.
- En el caso del chocolate desarrollado con proteína y fibra, podría considerarse su elaboración con equipo industrial desde la materia prima del mismo, para obtener la refinación óptima del “*trüb*” y realizar cambios en la formulación original para logra hacer imperceptible la adición de “*trüb*” en cuanto al sabor y textura del mismo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Acermex para El Financiero, El Financiero, CNN Expansión, Milenio. (2017). Disponible en: <http://www.beerectorio.mx/p/estadisticas.html>
- Acermex. (2016-2017). **Estado de la industria de la cerveza artesanal.** Disponible en: <http://vivalachela.mx/wp-content/uploads/2018/05/Estado-de-la-Industria-2017.pdf>

- Bustos Flores Carlos. (2009). La producción artesanal. Universidad de los Andes. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4655/465545880009.pdf>
- Calleja Colorado Jaime. (2013). Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal para consumo directo. Microcervecería. **Proyecto de fin de carrera Ingeniería Química**. Universidad de Cádiz. Disponible en: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15570/b3636485x.pdf>
- Cedeño Briones Gema Jessenia, Mendoza Alonzo Johan Alejandro (2016). Tesis “Evaluación fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal tipo Ale con almidón de papa como adjunto y especias”, Pag 21. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/552/1/TAI109.pdf>
- Cerveceros de México para Forbes 06/18, Debate. (2018) Disponible en: <http://www.beerectorio.mx/p/estadisticas.html>
- Cerveceros de México. (2017). **Estado de la industria cervecera en México**. Disponible en: <http://cervecerosdemexico.com/estado-de-la-industria/>
- Cerveceros de México'. (2017). **La industria cervecera en México**. Disponible en: <http://cervecerosdemexico.com/industria-cervecera-infografias/>
- Erick Ramírez. (2018). Crecer en la adversidad; esta es la historia de Cervecería Minerva. Disponible en: <https://www.elsoldetoluca.com.mx/finanzas/crecer-en-la-adversidad-esta-es-la-historia-de-cerveceria-minerva-1833994.html>
- Galván Andreu Jaime, Quiñones Austin Paz, Gómez Briseño Jesús, Quiroga Fernández María Isabel. (2017). “La cerveza Artesanal Una experiencia multisensorial”, Deloitte. Pág. 4. Disponible en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf>


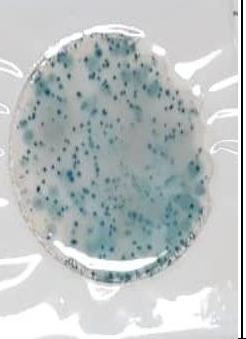
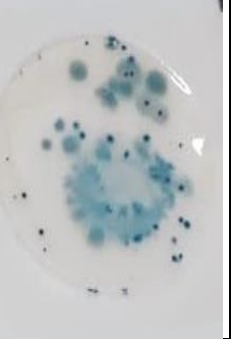

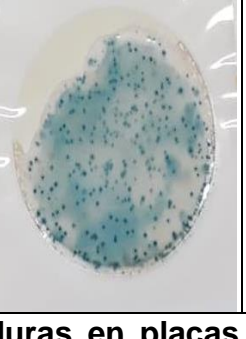
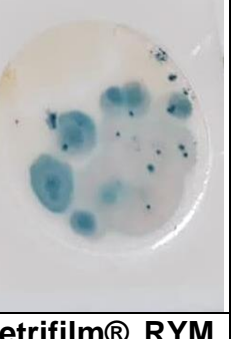
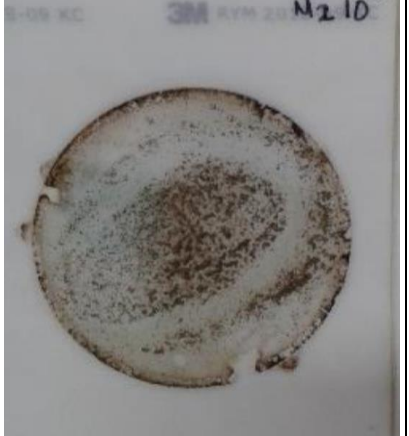

- Hernández Alicia. (2003). Microbiología Industrial, Ed. Universidad Estatal a Distancia.
- Iglesias Antonia. (2014). Evaluación de impacto ambiental de una industria cervecera en el término municipal de perazancas de ojeda (palencia). **Tesina de especialidad**. Universidad de Valladolid campus de Palencia. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6156>
- Industria alimenticia. (2018). **Informe anual de México 2018**. Disponible en: <https://www.industriaalimenticia.com/articles/89355-informe-anual-de-m%C3%A9xico-2018>
- INEGI. (2014). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. **Industria cervecera en México**. Disponible en: <http://cervecerosdemexico.com/wp-content/uploads/2017/08/estadisticas-a-proposito-de-la-elaboracion-de-la-cerveza.pdf>
- Iturbe Chiñas Francisca Aida, Sandoval Guillén Julieta. (2013). Análisis de Alimentos Fundamentos y Técnicas. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Química. Pág. 68,83-84,91,97.
- Machado Duarte Ana Amélia, Mostarda Cristiano, Irigoyen Maria Claudia, Rigatto Katya. (2016). A single dose of dark chocolate increases parasympathetic modulation and heart rate variability in healthy subjects. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rn/v29n6/1415-5273-rn-29-06-00765.pdf>
- Madigan Michael T. (2009). Brock, 12ª edición, Ed. Pearson Educación.
- Nava Ivan. (2016). "Productos de chocolate ¿Que tanto se consumen en México?" Disponible en: <https://www.merca20.com/productos-chocolate-tanto-se-consumen-en-mexico/>
- NCBI. (2018). Inhibidor de la tripsina de cebada. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/P12940>
- NCBI. (2018). Proteína Z. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/P06293>

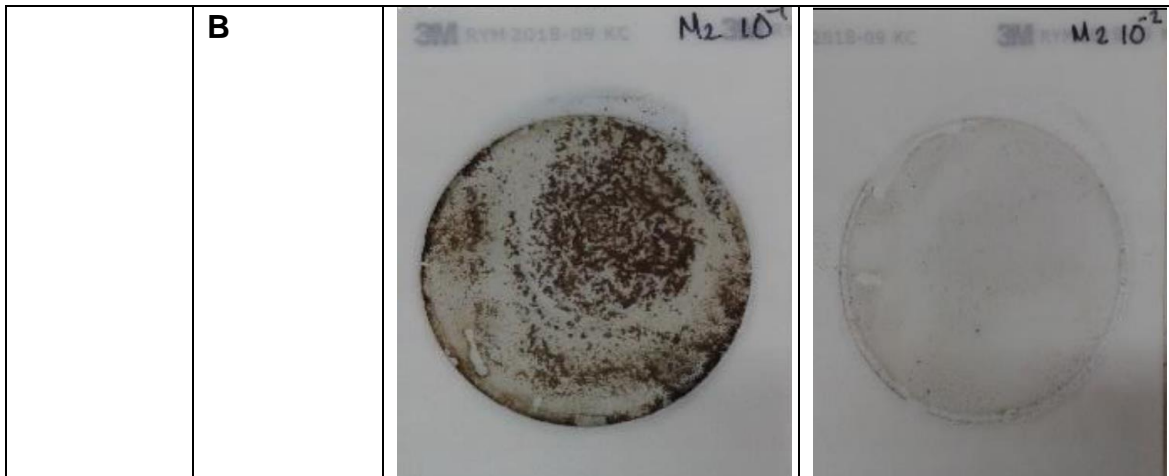
- NCBI. (2018). Proteínas de transferencia de lípidos. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein/P07597>
- Pino Lucena Francisco Javier. (2017). Proyecto “Análisis Térmico de Procesos Industriales para uso de Energía Solar Térmica”, Pag .26-27.
- Protein Data Bank. (2006). Inhibidor de la tripsina de cebada. Disponible en: <http://www.rcsb.org/structure/2FJ8>
- Protein Data Bank. (2009). Proteínas de transferencia de lípidos. Disponible en: <http://www.rcsb.org/structure/3GSH>
- Protein Data Bank. Proteína Z. Disponible en: http://www.rcsb.org/pdb/protein/P06293?evtc=Suggest&evta=ProteinFeature%20View&evtl=autosearch_SearchBar_querySuggest
- Ramírez María. (2013). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales de una mezcla de harina de maíz y harina de soya enriquecida con afrecho cervecero para el diseño del proceso de elaboración de barras energéticas. **Tesis Profesional** Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad de Ingeniería. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1389_Q.pdf
- Reyna María del Carmen y Krammer Jean-Paul. (2017). Apuntes para la historia de la cerveza en México, Ed. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Pág. 4-5.
- Rocha dos Santos Mathias Thiago, Fontes Alexandre Verônica Marinho, Cammarota Magali Christe, Moretzsohn de Mello Pedro Paulo y Camporese Sérvulo Eliana Flávia. (2015). Characterization and determination of brewer’s solid wastes composition. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/jib.229>
- Rocha dos Santos Mathias Thiago, Moretzsoon de Mello Pedro Paulo, Camporese Sérvulo Eliana Flavia. (2014). Solid Wastes in brewing process: A review. Disponible en: http://www.academicjournals.org/article/article1405623821_Mathias%20et%20al.pdf

- Rodas Molina Vicente Antonio y Rivas Vela Carlos Isac. (2015). Tesis “Difusión de la cerveza artesanal Chiapaneca por medio de maridajes de platillos chiapanecos”, Pag. 18.
- Sancho Saurina Rubén. (2015). Diseño De Una Micro-Planta De Fabricación De Cerveza Y Estudio De Técnicas Y Procesos De Producción. **TFG presentado para optar al título en INGENIERÍA QUÍMICA.** Universidad Politécnica de Catalunya. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/76575/02_Memoria.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Sintec. (2014). **Segmentación en confitería.** Disponible en: <https://www.sintec.com/wp-content/uploads/2014/04/Segmentacion-en-Confiteria-La-Receta-de-Analitica-Predictiva-de-los-Expertos.pdf>
- Steiner Elisabeth, Gastl Martina, Becker Thomas. (2010). Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/226773564_Protein_changes_during_malting_and_brewing_with_focus_on_haze_and_foam_formation_A_review
- UniProt. (2018). Inhibidor de la tripsina de cebada. Disponible en: <https://www.uniprot.org/uniprot/P12940>
- UniProt. (2018). Proteína Z. Disponible en: <https://www.uniprot.org/uniprot/P06293>
- UniProt. (2018). Proteínas de transferencia de lípidos. Disponible en: <https://www.uniprot.org/uniprot/P07597>

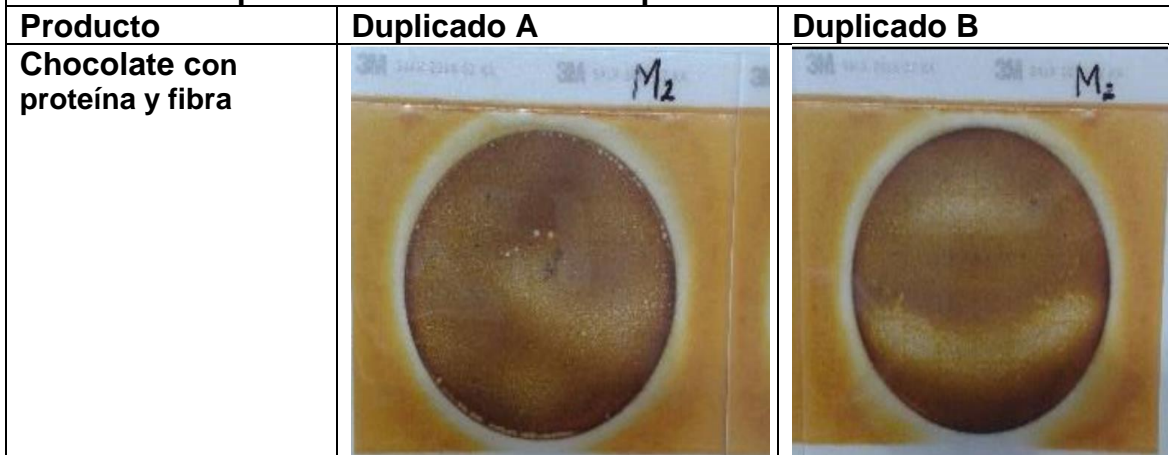
12. ANEXOS

Evidencia fotográfica de análisis microbiológico

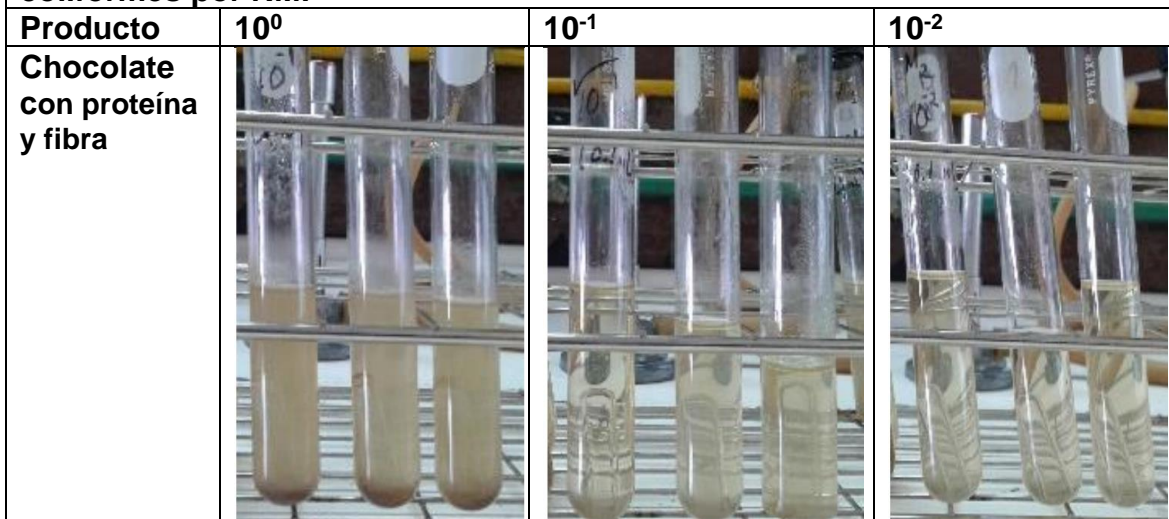
Resultados determinación mesófilos aerobios en placas Petrifilm® RAC incubadas a 35 °C por 24 h.				
Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Chocolate con proteína y fibra	A			
	B			
Resultados determinación mohos y levaduras en placas Petrifilm® RYM incubadas a 35 °C por 24 h. Recuento UFC/ g				
Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	
Chocolate con proteína y fibra	A			








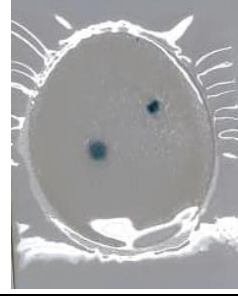
Resultados determinación de Salmonella spp en placas Petrifilm® Salmonella Express incubadas a 41.5 °C por 24 h.







Resultados prueba presuntiva determinación de microorganismos coliformes por NMP



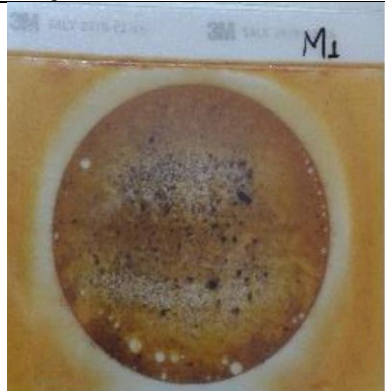

Resultados determinación mesófilos aerobios en placas Petrifilm® RAC incubadas a 35 °C por 24 h.

Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
"Brownie" con proteína y fibra	A			
	B			

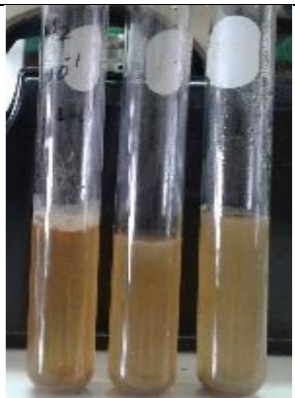


Resultados determinación mohos y levaduras en placas Petrifilm® RYM incubadas a 35 °C por 24 h. Recuento UFC/ g

Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²
"Brownie" con proteína y fibra	A		
	B		

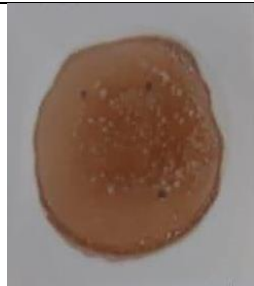





Resultados determinación de Salmonella spp en placas Petrifilm® Salmonella Express incubadas a 41.5 °C por 24 h.

Producto	Duplicado A	Duplicado B
“Brownie” con proteína y fibra		

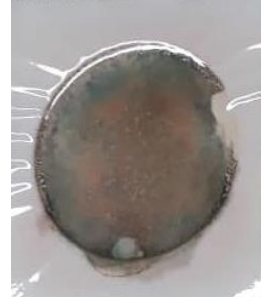
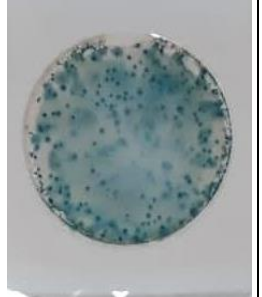
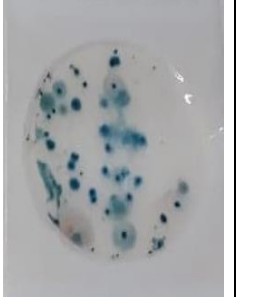

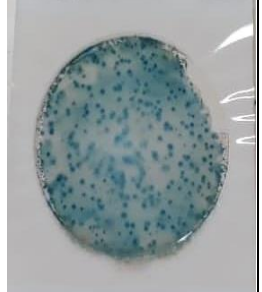
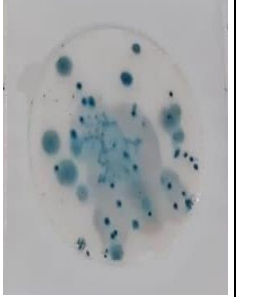
Resultados prueba presuntiva determinación de microorganismos coliformes por NMP

Producto	10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²
“Brownie” con proteína y fibra			


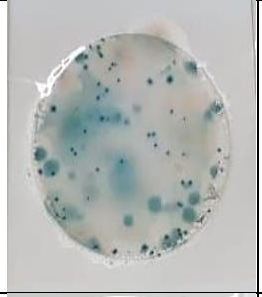

Resultados determinación mesófilos aerobios en placas Petrifilm® RAC incubadas a 35 °C por 24 h.

Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Xoco Amargo Le Caméléon (Chocolate Artesanal)	A			
	B			

Resultados determinación mesófilos aerobios en placas Petrifilm® RAC incubadas a 35 °C por 24 h.

Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Chocolate Maya (Chocolate Artesanal)	A			
	B			

Resultados determinación mesófilos aerobios en placas Petrifilm® RAC incubadas a 35 °C por 24 h.

Producto	Duplicado	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Mi "Brownie" (Artesanal)	A			
	B	