



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN
ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A
ESCALA LABORATORIO**

Hamzell Enrique Gutiérrez Hernández

Asesorado por la Msc. Inga Hilda Piedad Palma de Martini

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACION PARA LA FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN
ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A
ESCALA LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACION

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HAMZELL ENRIQUE GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ
ASESORADO POR LA MSC. INGA. HILDA PIEDAD PALMA DE MARTINI

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Aku Castillo
EXAMINADORA	Ing. Mayra Sadeth Arriaza Martínez
EXAMINADORA	Ing. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACION PARA LA FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN
ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A
ESCALA LABORATORIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Pregrado/Postgrado, maestrías y especialidades, con fecha agosto de 2020.

Hamzell Enrique Gutiérrez Hernández

Ref. EEPFI-959-2020
Guatemala, 17 de agosto de 2020

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A ESCALA LABORATORIO**, presentado por el estudiante **Hamzell Enrique Gutiérrez Hernández** carné número **200611604**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

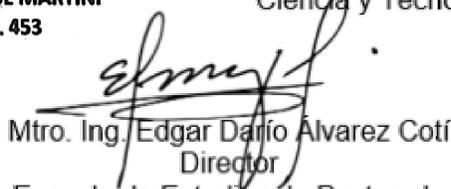
"Id y Enseñad a Todos"



Mtra. Hilda Piedad Palma de Martini
Asesora
INGA. HILDA PALMA DE MARTINI
COLEGIADO No. 453



Mtra. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinador de Maestría
Ciencia y Tecnología de los Alimentos



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-065-2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A ESCALA LABORATORIO**, presentado por el estudiante universitario **Hamzell Enrique Gutiérrez Hernández**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2020

Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.026.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA FORMULACIÓN DE UNA CERVEZA SIN ALCOHOL, ENRIQUECIDA CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS OMEGA 3 A ESCALA LABORATORIO**, presentado por: **Hamzell Enrique Gutiérrez Hernández**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Máximo creador quién me permitió alcanzar una de las metas más importantes en la vida y darme la fortaleza necesaria para lograrlo.

Mis padres

Hamzell Gutiérrez y Cecilia Hernández, quienes han estado conmigo dándome palabras de aliento, consejos, apoyo y recursos en todo momento, a quienes también les pertenece este logro.

Mis hermanos

Cecilia, Diana, Cora, Cristina y Ángel Gutiérrez, por ser de—apoyo y ser quienes siempre estuvieron brindando y expresándome su cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por haberme albergado todos estos años en tan prestigiosa casa de estudios, de la cual estoy y siempre estaré orgullosa de pertenecer.

Facultad de Ingeniería

Por haber participado durante toda mi formación académica, forjando virtudes invaluableles en mí.

Mi asesor

Msc. Inga Hilda Piedad Palma Martini, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1. Contexto general	5
3.2. Descripción del problema	5
3.3. Delimitación del problema	6
3.4. Formulación del problema	7
3.5. Pregunta principal.....	7
3.6. Preguntas secundarias	7
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1. General.....	11
5.2. Específicos	11
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN.....	13

7.	MARCO TEÓRICO	15
7.1.	Generalidades de la cerveza.....	15
7.2.	Composición e información nutricional.....	16
7.2.1.	Lúpulo.....	17
7.2.2.	Malta	19
7.2.3.	Agua.....	19
7.2.4.	Levadura	20
7.2.5.	Otros componentes	20
7.3.	Tipos de cerveza	21
7.3.1.	Tipo Ale	21
7.3.2.	Tipo Lager	21
7.4.	Proceso productivo.....	21
7.4.1.	Malteado.....	22
7.4.2.	Molienda.....	22
7.4.3.	Macerado	23
7.4.4.	Cocido	24
7.4.5.	Fermentación	26
7.4.6.	Envasado y embotellado	26
7.5.	Operaciones unitarias utilizadas en el proceso	27
7.6.	Funciones y tipos de Omega 3.....	28
7.7.	Propiedades organolépticas.....	28
7.8.	Evaluación sensorial	29
7.9.	Escala hedónica.....	30
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	31
9.	METODOLOGÍA	35
9.1.	Diseño	35
9.2.	Tipo de estudio.....	35

9.3.	Alcance.....	36
9.4.	Operacionalización de variables.....	36
9.5.	Fases de la investigación	37
9.5.1.	Fase 1. Revisión documental.....	37
9.5.2.	Fase 2. Determinación de la fuente de Omega 3 que no altere las propiedades organolépticas que el público objetivo espere en una cerveza sin alcohol.....	38
9.5.3.	Fase 3. Probación de la aceptación del producto propuesto mediante evaluación sensorial.....	38
9.5.4.	Fase 4. Verificación del índice final de alcohol que contenga el producto	39
9.5.5.	Fase 5. Validación de la microbiología aplicable	39
9.5.6.	Fase 6. Estimación de los costos del producto final, para determinar si es factible su producción a mediana escala.....	39
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	41
11.	CRONOGRAMA.....	43
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	45
13.	REFERENCIAS.....	47
14.	APÉNDICES.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I.	Comparativo de ingredientes listados según etiquetado de cervezas disponibles en Guatemala.....	17
II.	Composición química de la cerveza.....	18
III.	Operacionalización de variables	36
IV.	Cronograma	43
V.	Costos del estudio	46

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
α	Alfa.
β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Grados Centígrados
g	Gramos

GLOSARIO

BA	Asociación de Cerveceros de Estados Unidos por sus siglas en inglés.
Cerveza sin alcohol	Cerveza con un contenido menor o igual a 0.5% de alcohol.
EBC	Convención Europea de Cerveceros por sus siglas en inglés.
Nutrientes Esenciales	Nutriente que no puede ser producido por el organismo y debe ser aportado por la alimentación.
Superalimento	Alimentos con un gran potencial nutritivo, con propiedades antioxidantes, vitaminas, minerales, que nos aportan fibra y grasas naturales.

RESUMEN

El desarrollo de nuevos productos en alimentos ha sido una constante en los últimos tiempos; la búsqueda de eficiencia y productividad de grandes fábricas ha mermado los nutrientes que llegan al producto que se pone en manos de los consumidores.

Uno de los principales nutrientes esenciales que se pierde en estos productos productivos son los ácidos grasos Omega 3. Aunque estos ácidos grasos se encuentran en alimentos como el pescado o frutos secos, estos, no son precisamente comunes en la dieta de los guatemaltecos.

El presente diseño de la investigación busca sentar las bases para obtener la formulación de un producto enriquecido con estos nutrientes esenciales y conseguir atributos organolépticos aceptables para el consumidor habitual de cerveza.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de innovación para el sector cervecero artesanal es un primer acercamiento a una problemática actual, que, dada la realidad guatemalteca, afecta a su población.

En las diferentes partes de este, se dan a conocer argumentos sólidos de las razones por las que tecnológicamente es posible y por salud, se debe llevar a cabo el trabajo.

Para nadie es un secreto y se reforzará con bibliografía clave mediante los antecedentes, que Guatemala tiene un elevado número de casos de enfermedades crónicas (Colop, 2016), debido principalmente a la disponibilidad de alimentos y los elevados precios que los alimentos con mayor contenido nutricional pueden alcanzar

Los ácidos grasos omega 3, "PUFA" *polyunsaturated fatty acid*, por sus siglas en inglés, son grandes desconocidos en la dieta de los guatemaltecos, ya que son difíciles de conseguir en una dieta regular y se pueden obtener solamente vía ingesta alimenticia, porque que el cuerpo no puede producirlos y es difícil agregarlo a los alimentos principalmente por que alteran el gusto de estos. "Estos ácidos poliinsaturados cuentan con dobles enlaces, en el caso de los Omega 3, en la posición número 3 a partir del metilo terminal" (Caterina, 2011, p. 2439).

Dada la importancia de los PUFA n-3, se pretende desarrollar una formulación en una bebida alternativa a la cerveza, con propiedades

organolépticas similares a ella, sin alcohol, que adicionalmente, se enriquecerá de ácidos grasos omega 3, “para mejorar la ingesta de estos nutrientes esenciales” (Chapkin, Akoh, y Millert, 1991, p. 1207).

En la industria de alimentos se han desarrollado superalimentos, tratando de darles accesibilidad a las personas de menores recursos, pero según el reporte de la Organización mundial de la Salud en 2016, “los casos de obesidad se han triplicado en la última década.”

Uno de los principales problemas según la propia observación, se da en el área de bebidas, donde no se han desarrollado alimentos que cumplan con propiedades organolépticas y que sean aceptadas por el usuario común, como una alternativa a las bebidas colas, o refrescos ricos en azúcares altamente procesados.

2. ANTECEDENTES

La identificación de moléculas en bebidas fermentadas sin alcohol permite asociar su consumo a posibles efectos positivos y contrarresta los efectos negativos provocados por la presencia de alcohol etílico. Un estudio sobre los beneficios del consumo moderado de cerveza revela que “diferentes tipos de cerveza sin alcohol tienen efectos antioxidantes que podrían proteger frente a enfermedades neurodegenerativas” (Estruch, Chiva-Blanch, Quifer-Rada, y Lamuela-Raventós, 2015, p. 9).

Actualmente se han hecho estudios para el enriquecimiento de bebidas, por las aplicaciones de la tecnología que se tiene al alcance hoy en día, que permite por ejemplo “mejorar la calidad de los carbohidratos contenidos en una cerveza sin alcohol, para pacientes de Diabetes Mellitus tipo 2 (T2DM), debido al impacto sustancial de los mismos en la homeóstasis de la glucosa” (Rocio Mateo-Gallego, 2019, p. 7).

Asimismo, se ha debatido sobre el beneficio del consumo moderado de cerveza con o sin alcohol, al ser una bebida muy provechosa para el humano, al “ser un 90 % agua, polímeros de glucosa y alcohol” (Rocio Mateo-Gallego, 2019, p. 5).

Según el estudio Cerveza y Salud, sobre los beneficios en el sueño, “la cerveza contiene un aporte calórico moderado y muchas vitaminas hidrosolubles y fibra”. (C. L. Sánchez, 2010, p. 161).

Debido a su composición, “mayormente agua y sus propiedades saludables, incluyendo los polifenoles que reducen los radicales libres y de Fito estrógenos, elementos biosimilares a los estrógenos naturales, tiene un beneficio consumiéndose moderadamente en las diferentes etapas de vida de la mujer” (Medina, Fernández-Durán, Sánchez, y González, 2015, p. 32).

Precisamente por las múltiples cualidades de su composición, últimamente, la irrupción de las cervezas artesanales ha tenido un auge, unido al cambio de estilo de vida por uno más saludable que ha dado como resultado un crecimiento en la oferta del mercado cervecero e incluso en el consumo de las cervezas sin alcohol. “Ello ha sido permitido por tecnologías disponibles y una baja en las mismas a nivel mundial” (Sohrabvandi, Mousavi, Razavi y Mortazavian, 2010 p. 335).

“Productos enriquecidos con aceites omega-3 se han desarrollado en Guatemala, para llegar a poblaciones de riesgo, por ejemplo, personas en pobreza o lactantes” (Fairman, 2015, p. 43). Aunque debido al costo obtenido durante su producción, aún no es una opción real en el mercado de la actualidad.

En mas de un continente, “se están tratando granos de cereal, aludiendo a que es una comida con alto consumo y varios nutrientes, principalmente hidratos de carbono complejos” (Certik, Klemková, Guothová, Mihalik, y Kraic, 2013, p. 1247). A ello se le une también el “enriquecimiento de las carnes principalmente blancas y huevos de gallina, para consumo humano” (Puvača, Stanačev, Đukić-Stojčić, Milić, y D., 2013). Poniendo de manifiesto la seriedad del problema y aprovechando las mejoras tecnológicas que se pueden aplicar.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

La poca disponibilidad de alimentos en el mercado con un alto nivel de *PUFA* Omega 3, es preocupante.

Al ser un nutriente esencial su falta o deficiencia puede acelerar la aparición de enfermedades crónicas. En 2016 la Organización Mundial de la Salud, concluyó en su reporte anual, que “La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastada” esto se debe un aumento en la ingesta de alimentos de alto contenido calórico que son ricos en grasa; y un descenso en la actividad física debido a la naturaleza cada vez más sedentaria de muchas formas de trabajo, los nuevos modos de transporte y la creciente urbanización.

Estos datos, permiten inferir que las dietas regulares de los guatemaltecos no incluyen alimentos ricos en *PUFAs*, sino que se basan en alimentos que tienen al alcance y que son de gran aceptabilidad, con un precio asequible para poder adquirirlos.

3.2. Descripción del problema

La mala nutrición y la obesidad están acelerando los efectos de no consumir nutrientes esenciales, que antes se hacían mas evidentes en personas de la tercera edad.

Varias aristas del problema se han tomado en cuenta, en la industria de alimentos, desarrollando superalimentos y tratando de darles accesibilidad a las personas de menores recursos, pero según el reporte de la Organización mundial de la Salud en 2016, los casos de obesidad se han triplicado en la última década.

Uno de los principales problemas según la propia observación, se da en el área de bebidas, donde no se han desarrollado alimentos que cumplan con propiedades organolépticas y que sean aceptadas por el usuario común, como una alternativa a las bebidas colas, o refrescos ricos en azúcares altamente procesadas.

3.3. Delimitación del problema

La poca disponibilidad de productos con Omega 3, principalmente en bebidas, que cumplan con altos estándares de nutrición, es fácilmente apreciable en góndolas de supermercado; aunque una mayor conciencia sobre alimentos saludables ha permitido que alimentos orgánicos, muchos de ellos, más saludables, sean más interesantes para el consumidor. Pero al mismo tiempo que son más demandados, estos productos conllevan mayores costos, por lo que no compiten en una misma categoría de los producidos en masa y regularmente estos son distribuidos en pequeños mercados o a través de tiendas en línea.

Según la Promotora del Comercio Exterior en Costa Rica y Euromonitor en su informe de 2013, los guatemaltecos, gastan un 3 % en bebidas alcohólicas y un 14 % en bebidas no alcohólicas. Sin embargo, el crecimiento de las bebidas alcohólicas es de 7.9 % interanual (p. 21). Desde que se inicia la etapa de juventud-adulthood, hay más guatemaltecos que toman cerveza

socialmente. Esto conlleva una oportunidad importante para impulsar productos que se consuman en esa etapa, tales como la cerveza, que como lo señala la OMS, en su informe anual de 2018, es la bebida con alcohol preferida por los latinoamericanos. Geográficamente este consumo, se reporta más en áreas urbanas, por lo que se utilizara la ciudad de Guatemala, como delimitador de la investigación.

3.4. Formulación del problema

Por lo descrito anteriormente, la problemática a abordar será la creación de una cerveza sin alcohol, incorporando mediante tecnologías disponibles en la actualidad, ácidos grasos poliinsaturados Omega 3, cuyo producto final contenga mayor concentración de Omega 3 que ninguno otro de sus competidores en el mercado, con el fin de mejorar la disponibilidad de este tipo de productos en el mercado.

3.5. Pregunta principal

Esto lleva a plantear la pregunta principal, ¿Cuál es la formulación correcta, para una cerveza sin alcohol, enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados Omega 3?

3.6. Preguntas secundarias

- ¿Cuál es proceso de fabricación de una cerveza sin alcohol ideal?
- ¿Cuál es la fuente de ácidos grasos omega 3 que menos altera las características organolépticas deseables de una cerveza sin alcohol?

- ¿Qué método tiene mayor aceptabilidad sensorial?
- ¿Cuál es el contenido de alcohol en el producto final?
- ¿Cuáles son las pruebas microbiológicas aplicables al producto?
- ¿Cuáles serán los costos directos del producto final?

4. JUSTIFICACIÓN

La innovación de productos en el mercado alimenticio pretende darles opciones a los consumidores para elegir alimentos y bebidas más saludables o que se adapten a sus necesidades y gustos; tomando como línea de investigación el análisis químico de materias primas, alimentos y composición de alimentos

Debido al estilo de vida actual, donde muchas veces no hay tiempo para preparar un plato de comida regularmente nutritivo, los productos “listos para consumir” son los que el consumidor esta mas anuente a tomar de una góndola de supermercado. Este mismo patrón se da con la comida rápida, la cual carece de un balance positivo de nutrientes, pero brinda alimentación en un corto tiempo de preparación, por lo que cada vez aumenta la tendencia de consumir comida rápida.

Este estilo de vida acelerado, pero en contraparte sedentario, ha hecho que, en los últimos 15 años, se disparen los índices de problemas relacionados con el corazón, hipertensión, diabetes y otros, conocidos como enfermedades crónicas no transmisibles.

La industria de alimentos y las nuevas tecnologías desarrolladas en la misma permiten que hoy en día, se puedan tener avances significativos en el mayor aprovechamiento de las materias primas y los procesos, haciéndolos mas eficientes, para producir alimentos y bebidas, acordes a lo que los consumidores necesitan y con el fin de preservar los alimentos por mas tiempo, hacerlos mas rentables y accesibles de cara al consumidor.

La cerveza en su elaboración incluye ingredientes muy positivos y aparte de la generación de alcohol, por el proceso de fermentación, su composición es hidratante y con nutrientes aprovechables para nuestro organismo. Eso sumado a la tecnología que nos permite sintetizar nutrientes como el ácido graso omega 3, permite lograr un alimento nutritivo y saludable, si se logra fermentar en frío y lograr una cerveza sin alcohol.

Mediante un recorrido *in situ* por supermercados de la ciudad capital de Guatemala, se pueden encontrar variedad de cervezas sin alcohol, incluso algunas, enriquecidas con vitaminas B9 y B12. Por lo que inicia de ahí la idea de llevar a posibles consumidores de cerveza una alternativa sin alcohol y enriquecida con Omega 3, por todos los beneficios que este ácido graso da al cuerpo humano.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Formulación de una cerveza artesanal sin alcohol a escala de laboratorio, enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados Omega 3.

5.2. Específicos

- Establecer el proceso de fabricación de una cerveza artesanal sin alcohol.
- Determinar la fuente de omega 3 que menos altere las características organolépticas que el público objetivo espere en una cerveza sin alcohol.
- Establecer el grado de aceptación del producto propuesto, mediante evaluación sensorial.
- Analizar el contenido alcohólico en el producto para establecer que no exceda el 0.5 %.
- Realizar las pruebas microbiológicas aplicables al producto de cerveza artesanal según el RTCA.
- Estimar los costos directos del producto para determinar si es factible su producción en masa.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Este trabajo pretende cubrir una deficiencia real en productos alimenticios que sea una fuente de ácidos grasos omega 3 en el mercado guatemalteco. Con él se pretende originar una base para crear otros productos innovadores, buscando la mejor alimentación con base a productos de calidad y de una manera práctica de consumir, para el mercado objetivo al que se desarrollara el producto. Los beneficios para el consumidor irían desde la adición de nutrientes esenciales como el omega 3 hasta que el producto cumpla con todas las regulaciones actuales de inocuidad y para ello se utilizará el estándar de la industria, en calidad de lúpulos, maltas y levaduras.

Aunque el producto se va a formular a escala laboratorio, comprenderá una amplia base para que la industria de bebidas pueda implementarlo y pueda convertirse en un producto de alcance masivo. Se pretende definir también un proceso de fermentación en frio que dé como resultado una cerveza sin alcohol, en condiciones controladas, para que mantenga las propiedades organolépticas deseables en una cerveza regular y pueda ser así, mas apetecible para el consumidor.

Para ello determinaré el punto en el proceso donde es más factible la adición del Omega 3, probando las diferentes muestras en un perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. En la misma muestra también por cromatografía de gases se solicitará una determinación de alcoholes para determinar que no hayan más de un 0.50 % de alcohol presente.

Para determinar si la cerveza tiene la aceptación deseada, se hará una evaluación sensorial a ser llevada a cabo entre tomadores de cerveza, voluntarios en un espacio de zona 10, con un formulario de recolección de datos, para probar sabor, amargor y claridad de la cerveza, como principales atributos hacia esta bebida.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Generalidades de la cerveza

La cerveza es una bebida alcohólica fermentada, hecha con malta de cereales, agua, levadura y lúpulo (regularmente), de sabor amargo y con una historia prominente, utilizada antiguamente no como una bebida refrescante, sino un tipo de medicina (Behre, 1999, p.26).

“La cerveza es una bebida hidratante, dado de su composición con mas del 90 % de su contenido de agua como lo podemos observar en el artículo *Efecto en una cerveza sin alcohol enriquecida con isomaltulosa y una dextrina insulinoresistente en pacientes diabéticos con sobrepeso u obesidad*” (Mateo-Gallego, y otros, 2019). El proceso lleva varias fases importantes, donde están, el elegir un cereal (regularmente cebada), maltearlo, molido y macerado. Un cocimiento donde se agregan lúpulos y otros ingredientes y una fermentación. Esta fermentación genera alcoholes y temperatura, para posteriormente ser enfriada y envasada.

Hay dos grandes ramas donde se podría categorizar la cerveza: Comerciales y Artesanales. El consumo actualmente mayoritario es de las cervezas tipo lager comerciales, de las cuales se pueden encontrar hasta 17 marcas distintas en los supermercados del país, pero las cervezas artesanales desde 2016 han tomado auge, hasta ver microcerveceras con procesos tecnificados. Según Alejandro Castillo, Maestro Cervecerero de la Micro cervecería artesanal El Príncipe Gris, “las cervezas artesanales están diseñadas para gustar como producto, mientras que, en las grandes

cerveceras, ponen mas atención en los procesos y el debido costo que estos generan”. (Castillo, 2019).

La cerveza artesanal y la de las grandes cerveceras tienen un proceso similar, donde se utilizan los mismos elementos base, pero los componentes adicionales y como los productos llegan a sus consumidores hacen una gran diferencia.

En ambos casos los atributos de calidad van mas allá de su nivel de alcohol, su amargor, la espuma que se forma al servir y su color, son también formas en las que se mide la calidad de una cerveza. “La cerveza es una bebida de mucha aceptación social y mucho consumo, al posicionarse en segundo lugar del nivel de Gasto anual en el hogar guatemalteco” (Euromonitor, 2013, p. 20).

Las enzimas están relacionadas con la buena manufactura de la cerveza, por ejemplo, “la α -Amilasa y β -Amilasa, son en mucha medida las responsables del alcohol y terminación en boca de la cerveza”. (Hernandez, 2003, p. 113).

“A mayor acción de la β -Amilasa mayor alcohol y a mayor α -Amilasa, mayor cuerpo y sensación en boca”. (Hernandez, 2003, p. 115)

7.2. Composición e información nutricional

Según observación de etiquetado de ingredientes, se ha construido la siguiente tabla, comparando la información nutricional de cervezas con y sin alcohol, disponible en supermercados locales.

Tabla I. **Comparativo de ingredientes listados según etiquetado de cervezas disponibles en Guatemala**

Gallo	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Dorada Ice	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Montecarlo	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Dorada Draft	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Modelo	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Corona	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Brava	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura
Stella Artois	Agua, malta de cebada, almidón, lúpulo, levadura

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla I, se muestran que los ingredientes más comunes para la manufactura de cervezas son: las maltas, los lúpulos, la levadura, el agua y algunos otros componentes. Dado su alto nivel de hidratación, incluso hay cervezas sin alcohol, que se publicitan como hidratantes y energéticos para deportistas.

7.2.1. Lúpulo

El lúpulo, de los ingredientes que más tardíamente se empieza a adicionar a la cerveza, unos 1000 años D.C (Behre, 1999), y da los sabores y tonos con los que hoy tomamos la cerveza comercial y la mayoría de cervezas artesanales. Aunque ya se conocía en tiempos anteriores a Cristo, se utilizaba principalmente como medicina.

Es hasta hace muy poco que realmente se conocen “sus propiedades sobre los sabores y las terminaciones en boca que pueden generar, así como

su aspecto tecnológico en el producto durante el proceso cervecero”. (Moir, 2000, p. 132).

El lúpulo agrega dos elementos importantes a una cerveza terminada, el primero, la lupulina, encontrada en las flores femeninas del lúpulo, que forman alfa-ácidos y beta-ácidos, que al momento del cocimiento del mosto generan una isomerización a iso-alfa-ácidos que generan el sabor amargo característico de la cerveza; y el segundo elemento, “son los aceites esenciales tales como humuleno y mirceno que generan estabilidad a la espuma, que dan sabor y cuerpo a la cerveza” (Howard & Slater, 1957, p. 501).

La proporción de compuestos en la resina lupulínica “es uno de los principales estándares de calidad para la Convención Europea de Cerveceros (*European Brewery Convention*, EBC siglas en inglés) y propone una tabla de control de estos en su manual de buenas prácticas” como se puede apreciar en la tabla II (Wilson, 2012, p. 16).

Tabla II. **Composición química de la cerveza**

Compuestos	Cantidad (Porcentaje)
α -ácidos	2 -17
β -ácidos	2 -10
Aminoácidos	0.1
Sales	10
Celulosa	40 - 50
Monosacáridos	2
Aceites y ácidos grasos	1 - 5
Pectinas	2
Polifenoles y taninos	3 - 6
Proteínas	15
Aceites Volátiles	0.5 - 3 (v/m)
Agua	8 - 12

Fuente: Benitez JL (1997). *Hops and Hop Products*.

Por último, debido a su composición, “los isoácidos-alfa- son tóxicos para las bacterias gram-positivas. Por lo que también genera un efecto antibacterial beneficioso para la industria cervecera y el consumidor” (Sakamoto y Konings, 2003, p. 107), lo cual ayudará en el proceso de una cerveza que se fermente en frío.

7.2.2. Malta

La malta es también base en la fabricación de cerveza y es por ello, elemento indispensable en su producción. Es por detrás del agua, el ingrediente más abundante en la cerveza. El malteado de los cereales utilizados (Cebada, trigo, avena entre otros) es el proceso de agregar agua para iniciar la germinación del grano y luego secarlo. El tiempo que se permita germinar y a que temperatura se seque el grano son los factores que determinan el olor y el color de la malta. “Si la malta se seca a mas temperatura, se conseguirá una más amarillenta, o negra y esto determinará el color de la cerveza” (Kunze, 2006, p. 110).

7.2.3. Agua

El agua es elemento fundamental y el que está presente en mayor cantidad en la composición de una cerveza.

El tipo de agua dependerá de la cerveza que se quieran crear. “Para una cerveza clara se necesitará un agua mas suave y para cervezas mas oscuras, el agua a utilizar es una agua más dura” (Falder Rivero, 2007).

En Guatemala, “para pequeños artesanos cerveceros, se recomienda utilizar agua purificada, y añadir las sales necesarias para suavizar o endurecer

el agua, ya que el agua de distribución masiva es muy variable y puede entorpecer las tuberías de los equipos” (Samper, 2019).

7.2.4. Levadura

La levadura, es el cuarto ingrediente principal de la cerveza y aunque se puede hacer cerveza sin una levadura añadida, las levaduras serán las fermentadoras del mosto. “Regularmente las levaduras utilizadas son las *Saccharomyces cerevisiae*, pero hay otras cepas que pueden generar una cerveza de buen sabor” (Falder Rivero Á. , 2007, p. 109). Sin embargo, “todas las levaduras que se utilizan para producir cervezas pertenecen al género *Saccaromyces*” (Eßlinger, 2009, p. 119).

“Los azúcares que se han generado en el mosto, serán los que la levadura utilizará para consumir y luego metabolizar en alcoholes y anhídrido carbónico” (Ramirez y Maciejowski, 2007, p. 326).

7.2.5. Otros componentes

En los últimos años, con el crecimiento de las microcerveceras, también ha crecido el número de ingredientes que se utilizan para producir diversos sabores de cervezas.

Y esta diversidad se logra según Juan José Bonilla, Maestro cervecero, “a partir de incorporar elementos no tradicionales a la cerveza” (Bonilla, 2019).

Es por ello que, haciendo un recorrido por algunas casas cerveceras artesanales del país, se pueden encontrar elementos como culantro, cáscara de naranja, café, entre otros, como ingredientes de estas.

7.3. Tipos de cerveza

Actualmente “los estilos de cerveza se entremezclan y es necesaria una categorización para utilizar una denominación común. Esto es lo que ha venido haciendo la Brewers Association” (Brewers Association, 2019, p. 1).

7.3.1. Tipo Ale

La cerveza tipo Ale, es una categoría de cervezas de fermentación alta. En este tipo de fermentación, “el dióxido de carbono arrastra a la superficie a conjuntos gemados de levadura y puede ser cosechado en la misma superficie” (Kunze, 2006, p. 850).

7.3.2. Tipo Lager

Para la cerveza tipo Lager, se utiliza un método desarrollado en el siglo XIX, con desarrollo de productos como el vidrio, “que sustituye a las jarras de arcilla como los contenedores principales de la cerveza” (Kunze, 2006, p. 851).

7.4. Proceso productivo

El proceso productivo de la cerveza se compone de seis subprocesos principales

- El malteado.
- La molienda.
- El macerado.
- El cocido
- La fermentación y
- El envasado

Durante el proceso de una cerveza sin alcohol, según el proceso que se siga, como el subproceso de fermentación pueden tomar menos tiempo que para una cerveza con alcohol. Asimismo, se pueden sumar procesos como la evaporación del alcohol posterior, dependiendo del nivel de alcohol conseguido al final del proceso.

7.4.1. Malteado

Este proceso, se convierte la cebada en malta.

Este procedimiento es llevado a cabo de la acción de remojar el grano, para llevarlo a 45 por ciento de humedad, con el fin de germinarlo en condiciones frescas y húmedas (favoreciendo así el germinado) y una cocción en dos pasos, “una cocción inicial para secar la malta y un secado posterior con mayor calor, para estabilizar la malta e influir sabores y aromas” (Noonan G., 1997, p. 42). Estos sabores impregnados, daran cuerpo y sabor al producto final.

7.4.2. Molienda

“La molienda se realiza a efectos de posibilitar a las enzimas de la malta actúen sobre ella en el proceso de macerado” (Kunze, 2006, p. 230).

“El grano idealmente debería dividirse longitudinalmente. En esta manera, se libera el contenido del núcleo triturado y se maximiza el área donde los granos de almidón están expuestos a la actividad enzimática sin rasgar los cascos” (Noonan G. J., 1996, p. 81).

La molienda es importante ya que además de dejar disponibles los granos para su descomposición en el proceso de macerado, funciona como primer filtro. “Si no se hace correctamente, la cáscara se vuelve una masa con el mosto, lo cual no permitiría avanzar el mosto al siguiente proceso” (Noonan G. J., 1996, p. 81). Asimismo, “podría crear una mayor turbidez a la esperada en una cerveza artesanal” (Steiner, Arendt, Gastl, y Becker, 2011, p. 587), característica no deseada en una cerveza artesanal de buena calidad.

La molienda se puede llevar a cabo húmedo y seco. Al hacer una molienda húmeda por remojo, se intenta que sea solamente la cáscara la que se humedezca, para ello se usa una tolva de acondicionamiento o una esclusa de rueda que permita humedecer la malta de 50 a 60 segundos, a una temperatura entre 30 y 50 grados Celsius. “También se puede utilizar agua a 80 grados Celsius, lo que permitiría limitar la acción de las lipoxigenasas” (Kunze, 2006, p. 239).

7.4.3. Macerado

En la molienda, una pequeña parte de la mezcla es soluble, sin embargo, la cerveza como producto final, esta formado de sustancias solubles. “Por ello lo que se busca en la maceración es la degradación completa del almidón” (Kunze, 2006, p. 243).

Esta degradación del almidón ocurre en etapas. Primero un aumento del volumen, al entrar en contacto con el agua, sin degradación de ninguna sustancia o engrudamiento. Luego la licuefacción del engrudo, donde largas cadenas de almidón (Amilosa y Amilopectoina) son rotas por la α -amilasa de manera muy rápida, en cadenas mucho más cortas, dando como resultado la

disminución de la viscosidad de la mezcla. Por último y como producto de las anteriores reacciones, una sacarificación.

La glucosa y maltosa son rápidamente fermentadas por la levadura. La maltotriosa, una vez fermentada la maltosa y las dextrinas límite no son fermentables.

7.4.4. Cocido

Una vez finalizado el macerado, se debe separar el mosto (solución acuosa con sustancias disueltas) del grano de desecho (sustancias no disueltas). En un proceso que se le conoce como "*Lautering*, que se puede llevar a cabo en toneles con un fondo tipo colador, si el grano se ha procesado bien o en filtros si el grano se ha procesado hasta dejar un fino polvo" (Mosher y Trantham, 2017, p. 102).

En ambos casos el agua que se esparce ha de mantenerse a una temperatura lo suficientemente alta y con un pH relativamente bajo, con el fin de extraer la mayor cantidad de azúcares, mientras se reduce la posibilidad de extraer taninos amargos, similares al del té, de los desechos. A mayor temperatura, de riego (*sparging*), mayor disolución tendrá el remanente, quiere decir que con agua a cercana a los 100°C, se obtendría un mejor lavado, sin embargo, la acción de la α -Amilasa, es posible hasta los 78°C, de ahí que la temperatura no puede superar los 75°C, ya que inactivaría la enzima.

Una vez obtenido el mosto sin heces (afrecho o desecho), se lleva a ebullición, unos sesenta (60) minutos agregando el lúpulo. Durante este

proceso se trasladan al mosto los componentes aromáticos y de amargor del lúpulo y terminan por precipitar las sustancias albuminoideas.

El proceso de cocimiento puede variar dependiendo del tipo de cerveza en aproximadamente más o menos 30 minutos. En un principio, el mosto se hervía solamente para que la cerveza tuviera mas sabor y cuerpo, sin embargo, también se hacia por seguridad, en tiempos donde agua purificada no era tan fácil de encontrar. Actualmente, hervir el mosto, no solo complementa el sabor del lúpulo, sino es aquí donde se agregan más sabores.

“El lúpulo condiciona no solo el sabor de la cerveza, sino también agrega balance, así como incrementa la vida de anaquel de la cerveza en general” (Mosher y Trantham, 2017, p. 105).

La esencia del lúpulo es volátil durante la cocción y tanto mas volátil, a más tiempo de cocimiento, De allí, que “se ha limitado el tiempo lúpulo en el mosto, a unos 15 minutos antes del vaciado del mosto cálido” (Kunze, 2006, p. 363).

Los polifenoles del lúpulo entran inmediatamente en solución. Los taninos, las catequinas y los antocianógenos, son ejemplo de ellos.

Las sustancias albuminoideas (proteínas) se encargan de la formación de turbidez y de la espuma de la cerveza.

Otro de los usos de estas sustancias, es que es alimento de la levadura, junto a los taninos, por su gran afinidad.

Por último, la cocción del mosto dará como resultado la evaporación de agua convirtiendo el mosto en mayor concentración (mayor cantidad de azúcar

por lo mismo), con un mayor nivel de alcohol, pero poco volumen. Y ese mismo proceso esteriliza de bacterias y mohos el mosto.

7.4.5. Fermentación

“El mosto se convierte en cerveza, debido a la fermentación de azúcares, y la acción de las enzimas de la levadura sobre estas. Formando a su paso etanol y dióxido de carbono” (Kunze, 2006, p. 449).

Para esto, el mosto se inocula con levadura, el propósito de esta es consumir azúcares fermentables, y transformarlos en alcohol y dióxido de carbono (CO₂). Estos elementos son excretados por la levadura, dejándolo en el mosto.

El proceso de fermentado puede llevar de pocos días a meses incluso, dependiendo del tipo de cerveza y levadura que se utilice para su creación. La levadura precipita y sale de la cerveza por proceso de floculación.

7.4.6. Envasado y embotellado

En este punto del proceso, se obtiene una cerveza “verde”, la cual no tiene un gran sabor ya que durante la fermentación se ha producido una serie de subproductos como acetaldehído, diacetil, entre otros, que, combinados, dan como resultado ese sabor desagradable de cerveza verde. Si se da el reposo necesario a la cerveza, la levadura que aun esta en la cerveza, volverá a absorber estos compuestos.

Durante este periodo de condicionamiento y reposo, la levadura inactiva, las proteínas más pesadas y otros desechos continúan precipitándose de la

cerveza, esto ayuda a aclarar la cerveza. En esta etapa también se pueden agregar elementos que brinden sabor o color a la cerveza.

Una vez terminado este proceso, la cerveza esta lista para envasarse y embotellarse. Las grandes cerveceras a nivel mundial pasteurizan y filtran sus cervezas, por lo que no se encuentra sedimento en ellas y tienen una larga vida de anaquel. Las pequeñas microcerveceras, regularmente no filtran la cerveza. La levadura entonces es parte viva de la solución, y dependerá de la temperatura a la que se almacene y la rapidez del consumo para que no cambie el sabor. También tendrá un efecto de acortar la vida de anaquel del producto.

7.5. Operaciones unitarias utilizadas en el proceso

Para la producción de cerveza artesanal, se usan operaciones unitarias de transferencia de calor (cocción húmeda en agua).

En cervezas comerciales de grandes compañías se utiliza la pasteurización, también una transferencia de calor, pero con otro fin. La operación unitaria de cocción se explica ampliamente en el numeral 7.4.4.

La pasteurización de la cerveza se da por dos motivos, el primero, erradicar la mayor cantidad de bacterias que pudieron haber permanecido en el mosto ya fermentado y cocido. Y segundo, para estabilizar las enzimas (Proteinasa) que pueden quedar en el producto y que ha sido el principal problema para exportar cervezas artesanales, que no pasan por un proceso de pasteurizado.

7.6. Funciones y tipos de Omega 3

Los ácidos grasos Omega 3, son un tipo de grasa poliinsaturada, que se puede encontrar en fuentes animales y vegetales. Los Omega 3 obtenidos de fuentes animales se llaman ácidos docosahexaenoico o DHA por sus siglas en inglés y ácido eicosapentaenoico o EPA por sus siglas en inglés; “y los de fuente vegetal, el ácido alfa linoléico por sus siglas en inglés ALA” (Fairman, 2015, p. 6).

El DHA es crítico para el desarrollo del sistema nervioso central. El EPA es clave para la formación de eicosanoides, las hormonas responsables de ayudar a controlar acciones de otras hormonas.

Los ácidos grasos poliinsaturados como el Omega 3, tienen efectos beneficiosos como la prevención y tratamiento de enfermedades vasculares y crónicas como la diabetes, hipertensión y artritis.

7.7. Propiedades organolépticas

El gusto de la cerveza es de los atributos decisivos. Cada sabor dependerá del consumidor y la cerveza que se deguste (lager, ale, IPA, etc) y es ampliamente influenciado por la moda de sabores, aunque también puede ser por el país del consumidor. Sin embargo, el sabor está realmente marcado por el olor y la sensación en boca propios de cada cerveza. Que tan amargo y la resaca de la cerveza también marcarán la experiencia. “Al final todo esto en su conjunto, será lo que marque la degustación” (Kunze, 2006, p. 832).

El aroma es caracterizado por el tipo de levadura que se usa en el desarrollo y los subproductos de la cerveza. “Los lúpulos añadidos también determinan el aroma, así como en que momento del proceso se añaden” (Kunze,

2006, p. 826). Por último, algunos compuestos de azufre tienen una influencia positiva en el carácter de la cerveza.

Por rescencia se entiende el burbujeo que existe, mientras se toma la cerveza. Cuando una bebida no permanece hasta el último trago con ese burbujeo, tiende a saber insípida y dependerá del contenido del dióxido de carbono y del pH de esta.

El amargor de la cerveza en principio proviene del lúpulo utilizado, y como se vio anteriormente, de cuanto tiempo pase en contacto y cocimiento con el mosto. Adicional, pueden aportar amargor algunos taninos, proteínas y el tipo de levadura utilizado.

La espuma es por mucho el criterio organoléptico mas discutido, ya que mientras en países como Inglaterra, se le da una nula importancia a la espuma, en muchos otros países la espuma juega un papel muy importante en la forma de servir, tomar y degustar una cerveza. La espuma es formada por las burbujas de dióxido de carbono que escapan porque se reduce la presión. Durante ese ascenso, las burbujas se enriquecen con productos tensoactivos. Cuanto más dióxido de carbono se disuelva, tanta mas espuma se forma.

7.8. Evaluación sensorial

Para evaluar organolépticamente las características de los alimentos, se utilizan los órganos de los sentidos o receptores del analizador. El receptor procesa un conjunto de estímulos que interactúan con estos receptores, llevando al cerebro a través de nervios la energía que actúa sobre el. “Es por ello por lo que el analizador puede generar sensaciones de color, forma, tamaño, textura, olor y sabor” (Espinoza Manfugas, 2007, p. 11).

Esta percepción de olores, sabores, formas y más, es la respuesta ante las características organolépticas del producto a probar y se convierte en un reflejo de la realidad más o menos objetivo, siempre que se utilicen técnicas correctas de evaluación y personas idóneas para realizarlas.

7.9. Escala hedónica

Es una lista de términos que determinan términos de agrado o desagrado del producto probado por el degustador. Regularmente la escala hedónica suele ser de cinco a siete puntos, sin embargo, también existen de nueve y hasta once puntos, “variando desde el nivel de gusto máximo al nivel máximo de disgusto, pasando un por valor en el centro de la escala que se define como valor neutro” (Espinoza Manfugas, 2007, p. 59). Este valor neutro se coloca principalmente para hacer saber al consumidor cual es el punto de indiferencia.

Mientras más puntos tengan la escala, es más fácil confundir al consumidor, por lo que localizar escalas de cinco y siete puntos sea lo más común. Una vez obtenidos los resultados se realizará una conversión de la escala escrita asignándole un valor numérico, consecutivo para poder analizarse estadísticamente.

La escala no compromete un número de muestras únicas, pero se ha comprobado que el juez tiende a hacer comparaciones entre las diferentes muestras y sus respuestas, por lo que “lo ideal es analizar muestras diferentes con diferentes jueces, para obtener resultados independientes” (Espinoza Manfugas, 2007, p. 26).

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPOTESIS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

- 1.1. Generalidades de la cerveza
- 1.2. Composición e Información Nutricional
 - 1.2.1 Lúpulo.
 - 1.2.2 Malta
 - 1.2.3 Agua
 - 1.2.4 Levadura.
 - 1.2.5 Otros Componentes.
- 1.3 Tipos de Cervezas
 - 1.3.1 Tipo Ale.
 - 1.3.2 Tipo Lager.
- 1.4 Proceso Productivo
 - 1.4.1 Malteado

- 1.4.2 Molienda
- 1.4.3 Macerado
- 1.4.4 Cocido
- 1.4.5 Enfriado
- 1.4.6 Fermentación
- 1.4.7 Envasado y Embotellado
- 1.5 Operaciones unitarias utilizadas en el proceso de fabricación de la cerveza
- 1.6 Funciones y tipos de Omega 3
- 1.7 Propiedades Organolépticas
- 1.8 Evaluación Sensorial
- 1.9 Escala Hedónica.

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 2.1 Procedimiento de elaboración de la cerveza sin alcohol
 - 2.1.1 Comprobar ingredientes disponibles.
 - 2.1.2. Intentar combinaciones teóricas.
 - 2.1.3. Formulación de la cerveza sin alcohol
- 2.2 Determinación de Prueba sensorial
 - 2.2.1 Definición de variables a medir.
 - 2.2.2 Validación de valores de la escala hedónica.
- 2.3 Prueba de sabor
 - 2.3.1 Presentación del producto.
 - 2.3.2 Prueba sensorial

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

- 3.1 Identificación y codificación de la bebida
- 3.2 Resultados de evaluación sensorial
- 3.3 Resultados del análisis fisicoquímico.
- 3.4 Cuantificación de los gastos de la elaboración de la cerveza sin alcohol.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Diseño

“Para llevar a cabo la investigación se utilizará un diseño experimental, debido a que este tipo de investigación permite observar los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (Hernández, 2014, p. 126). Validar los sabores en una evaluación sensorial permitirá una observación aguda sobre sujetos de prueba no experimentados, así como ver sus reacciones hacia la cerveza sin alcohol.

Este tipo de investigación es sistemática, se indaga sobre las relaciones de causas y efectos ejerciendo control sobre las variables como sabor, aroma, amargor, entre otros.

En este trabajo de investigación se realizará recolección de datos mediante un panel de consumidores, para obtener respuestas a la aceptación del producto final.

9.2. Tipo de estudio

Mixto, permite recaudar más información que la recopilada por los enfoques de manera separada. El enfoque mixto, es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio. Esto permitirá desarrollar un producto y acercarnos a un posible producto producible y aceptado por el consumidor.

El estudio es transversal porque la investigación se centrará en analizar cual es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cual es la relación entre un conjunto de variables entre un conjunto en el tiempo. Estas variables pueden ser validas en el tiempo por lo que se tomaran como válidas desde que se recogen los primeros datos y el final de la investigación.

9.3. Alcance

El alcance es descriptivo, ya que se tratará de hallar una fórmula detallada que permita un producto final, atractivo para el usuario. Correlacionando los datos a través de una escala hedónica de gustos, la cual permitirá obtener datos suficientes para la investigación.

9.4. Operacionalización de variables

Tabla III. Operacionalización de variables

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Selección de metido más eficiente.	Comparación entre los dos procesos de eliminación de alcohol o fermentación en frio para obtener una cerveza con 0.5 % máximo de alcohol.	Cantidad de alcohol presente	Detectado y porcentaje

Continuación de la tabla III.

Presencia de Omega 3	Cuantificación de Omega 3 presente en la muestra de cerveza sin alcohol.	Cantidad de Omega 3 presente en el estudio de Cromatografía de gases.	Detectado y porcentaje
Aceptación sensorial del producto.	Calificación sensorial del producto.	Prueba escala hedónica	Me gusta / No me gusta / Ni me gusta ni me disgusta.
Microbiología aplicable (al no ser pasteurizada).	Ausencia de elementos poco seguros para el consumidor.	Análisis microbiológico.	Unidades formadoras de colonia.
Costos finales	Estimación de costos de producción.	Estudio de costos de producción para el producto final.	Precio prorrateado en Q. para material prima y envase.

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases de la investigación

Para asegurar el procedimiento de la investigación, se llevará a cabo por medio de fases, las cuales se describen a continuación.

9.5.1. Fase 1. Revisión documental

El proceso de revisión documental se estará llevando a cabo con el fin de aplicar toda la información más novedosa, sin olvidar las bases de la producción de la cerveza sin alcohol: la cerveza de fermentación fría y la decantada de alcohol.

Para esto se revisará toda la documentación posible y se determinará cual es el mejor método para producir cerveza sin alcohol, con los recursos disponibles.

9.5.2. Fase 2. Determinación de la fuente de Omega 3 que no altere las propiedades organolépticas que el público objetivo espere en una cerveza sin alcohol

En la segunda fase y la que tomará más tiempo, se desarrollará el producto a partir de lo que se determine en la fase de revisión documental y se aplicarán los métodos para probar si alguno de los dos métodos conlleva una eficiencia en la retención de los ácidos grasos poliinsaturados, Omega 3. Asimismo, se deberá determinar conjunto con el proceso, la mejor fuente de estos ácidos grasos con el fin de modificar lo mínimo posible las propiedades organolépticas de la cerveza sin alcohol.

Estos dos procesos van de la mano y debe probarse en conjunto para tomar la decisión más válida para determinar proceso e ingredientes.

9.5.3. Fase 3. Probación de la aceptación del producto propuesto mediante evaluación sensorial

Para validar las características organolépticas de los dos procesos, se someterá a una prueba de escala hedónica y determinar así cual es la más aceptada por los consumidores.

La prueba se tomará con una muestra de 60 personas no expertas. Se utilizará un espacio en zona 10, donde 2 grupos de 30 personas tomarán una muestra de 15ml de una cerveza sin alcohol, una independiente de la otra, para

cada método de fabricación utilizado y determinarán mediante una escala hedónica de 5 puntos atributos y balance de ambas muestras. (Castañeda, D. 2013, p. 1).

9.5.4. Fase 4. Verificación del índice final de alcohol que contenga el producto

Para que una cerveza cumpla con la reglamentación nacional y pueda colocarse el etiquetado de “sin alcohol”, debe contener no más de 0.50 % de contenido alcohólico. Es por ello por lo que al mismo tiempo que se define la cerveza que más gusto a los consumidores, se harán análisis cromatógrafos de gases, con el fin de determinar si el producto puede ser catalogado como sin alcohol. El reto más grande, es precisamente obtener una cerveza sin alcohol, pero con las características organolépticas deseadas en una cerveza y todo ellos, tomando en cuenta la fuente de Omega 3, que se utilizará para enriquecer el producto.

9.5.5. Fase 5. Validación de la microbiología aplicable

Una vez que se pruebe que se cumple con los niveles de alcohol, en la bebida, también se hará pruebas para determinar si el producto cumple a nivel microbiológico con la legislación vigente.

9.5.6. Fase 6. Estimación de los costos del producto final, para determinar si es factible su producción a mediana escala

Una vez determinados los procesos, ingredientes y que cumpla con las leyes guatemaltecas, en material de porcentaje de alcohol y microbiología

aplicable, se procederá a costear las materias prima y empaque para con ello estimar un costo estimado, para el lanzamiento del producto al mercado. Esperando que este en una escala factible para que el consumidor pueda adquirirlo.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Para la determinación en las dos poblaciones diferentes del presente trabajo que nos dictará cuál será el perfil sensorial más afín a los gustos del consumidor de cerveza, utilizaremos la prueba t de Student.

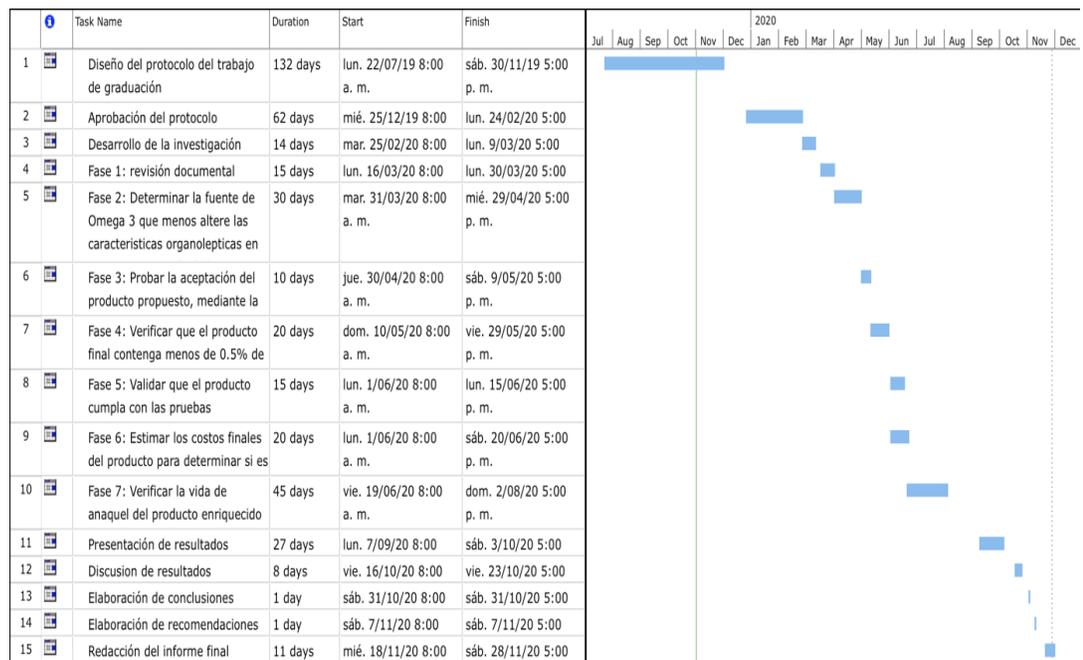
- Prueba t-student de medias de muestras independientes:

Dentro de las pruebas para demostrar diferencia de medias, la más característica es la t de Student. La estructura algebraica base de esta prueba muestra la diferencia ponderada del promedio de una variable menos el promedio de otra entre su dispersión; de esta manera, se puede calcular el valor de p y el intervalo de confianza de 95 % para dicha diferencia de medias. Una característica indispensable es que la variable de la cual se va a calcular la media tenga distribución normal (Rivas Ruiz, Perez Rodriguez, y Talavera, 2013, p. 301).

La prueba t-Student se fundamenta en dos premisas; la primera: en la distribución de normalidad, y la segunda: en que las muestras sean independientes (Sealy Gosset, 1908, p.5).

11. CRONOGRAMA

Tabla IV. Cronograma



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para el presente trabajo se contará con un investigador (autor), un asesor y 100 consumidores para la evaluación sensorial en cuanto a recursos humanos.

En recursos materiales, una sala para hacer grupos de análisis sensorial, sillas y mesas en recursos materiales.

Como recursos físicos se hallan vasos, removedores para el mosto, así como una olla de acero inoxidable para poder cocerlo. Dentro de la cocina se utilizarán más recursos, como una fuente para la malta, y guantes y demás equipo de seguridad para manipular alimentos calientes. También, los ingredientes principales, como el agua, la levadura, la cebada y la avena.

En equipo se utilizarán un horno para el malteado y un tanque de fermentación para el mosto con sus respectivas mangueras. Para la finalización del proyecto, se utilizará un enfriador y un inyector de anhídrido carbónico.

Para plasmar el presente proyecto se utilizará una computadora *MacBook Pro*, con su respectivo *software* de ofimática, como procesador de palabras y hojas de cálculo y un teléfono para hacer averiguaciones necesarias, concertar citas, entre otras.

Para finalizar, se llevará a cabo un estudio de cromatografía de gases y verificar que se cumpla con los porcentajes requeridos de alcohol en el producto final.

Tabla V. **Costos del estudio**

Ítem		Cantidad	Costos Q.	Fuente de Financiamiento
Recurso Humano	Asesor	1	Q.500	Propio
	Consumidores	100	Q.1000	Propio
	Otros	Imprevistos	Q.1000	Propio
Recursos Materiales	Sillas para evaluación Sensorial	40	Q.1000	Propio
	Mesas para evaluación Sensorial	4	Q.800	Propio
Recursos Físicos	Vasos para prueba sensorial	60	Q.100	Propio
	Removedor del mosto	2	Q.120	
	Olla para cocimiento del mosto.	1	Q.1500	Propio
	Fuente para Malta	1	Q.380	
	Guantes para horno	4	Q.200	
	Avena	5 libras	Q.200	
	Cebada	4 libras	Q.100	
Recursos Tecnológicos	Computadora	1	Q.3000	Propio
	Teléfono	1	Q.500	Propio
	Estudio Cromatografía de gases	1	Q.2500	Propio
Equipo	Tanque de fermentación	1	Q.1000	Propio
	Horno Tostador	1	Q.500	Propio
Equipo	Mangueras para equipo de fermentación.	2	Q.800	Propio
	Inyector de Anhídrido carbónico.	1	Q.1500	Propio
	Enfriador	1	Q.1200	Propio
TOTAL			Q.17,900	

Fuente: elaboración propia. 2019

13. REFERENCIAS

1. Behre, K.-E. (1999). *The History of Beer Additives in Europe - A Review. Vegetation History An Archaeobotany*, 35 - 48.
2. Benitez JL, F. A. (1997). Hops and Hop Products. Nuremberg, Alemania: Verlag Hans Carl.
3. Bonilla, J. J. (31 de Mayo de 2019). Tour Cerveceros, microcervecería El Zapote. (H. Gutierrez, Entrevistador)
4. Brewers Association. (2019). 2018 Beer Style Guidelines. Brewers Association . Boulder, Colorado: Editorial Asociación Cervecera.
5. C. L. Sánchez, L. F. (2010). Cerveza y Salud, beneficios en el sueño. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 160-163.
6. Castillo, A. (14 de Octubre de 2019). Comunicación personal. (H. Gutierrez, Entrevistador)
7. Caterina, Raffaele D. (2011). n-3 Fatty Acids in Cardiovascular Disease. *The New England Journal of Medicine*, 2439-2450.
8. Certik, M., Klempová, T., Guothová, L., Mihalik, D., & Kraic, J. (2013). *Biotechnology for the functional improvements of cereal-based materials enriched with PUFA and Pigments. European Journal of Lipid Science and Technology*, 115, 1247-1256.

9. Chapkin, R. S., Akoh, C. C., & Millert, C. C. (1991). *Influence of dietary n-3 fatty acids on macrophage glycerophospholipid molecular species and peptidoleukotriene synthesis. Journal of lipid Research, 32, 1205-1213.*
10. Colop, B. S. (2016). Análisis de Situación: Enfermedades No Transmisibles 2016. *Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Departamento de Epidemiología.* Guatemala: Vigilancia Epidemiológica.
11. Eßlinger, H. M. (2009). *Handbook of Brewing.* Freiberg, Alemania: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
12. Espinoza Manfugas, J. (2007). *Evaluacion Sensorial de los alimentos.* La Havana: Editorial Universitaria.
13. Estruch, R., Chiva-Blanch, G., Quifer-Rada, P., & Lamuela-Raventós, R. (2015). *Bases científicas de los efectos beneficios del consumo moderado de cerveza en el sistema cardiovascular.* Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, Departamento de Bromatología y Nutrición. Madrid: Centro de Informacion Cerveza y Salud (CICS).
14. Euromonitor. (2013). *Prospeccion del mercado de Alimentos en Guatemala.* San Jose Costa Rica: Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica.
15. Fairman, S. M. (2015). *Formulación y aceptabilidad de un alimento*

Funcional como vehículo para omega-3 para mujeres embarazadas y lactantes. Guatemala: Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

16. Falder Rivero, Á. (2007). Enciclopedia de los Alimentos. Madrid, España: Empresa Nacional Mercasa.
17. Harriot, P., McCabe, W. L., & Smith, J. C. (2007). Operaciones unitarias en ingeniería química. Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
18. Hernandez, A. (2003). Microbiología Industrial. Madrid, España: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
19. Howard, G. A., & Slater, C. A. (1957). Evaluation of Hops VII. *Composition of the essential Oil of Hops. Jorunal of the Institute of Brewing*, 491-506.
20. Instituto Nacional de Estadística Guatemala. (2020). Canasta Básica Alimentaria (CBA) y Canasta Ampliada (CA) Enero de 2020. Guatemala: INE.
21. Kunze, W. (2006). Tecnología para Cerveceros y Malteros. Berlin: VLB Berlin.
22. Levine, D. M., Krehbiel, T. C., & Berenson, M. L. (2006). Estadística para administración. Cuarta edición. Ciudad de Mexico: Pearson, Prentice Hall.

23. Mateo-Gallego, R., Perez-Calahorra, S., Lamiquiz-Moneo, I., Marco-Benedí, V., Bea, A., Fumajal, A. P.-M., Fernando, C. (2019). *Effect of an alcoholic-free beer enriched with isomaltulosa y dextrina resistente en pacientes diabetico insulinoresistentes, con obesidad o sobrepeso*. Clinincal Nutrition, 1-4.

24. Medina, T. P., Fernández-Durán, N. d., Sánchez, A. P., & González, L. S. (2015). *Beneficios del consumo moderado de cervezan en las diferentes etapas de vida de la mujer*. Nutricion Hospitalaria, 32-34.

25. Moir, M. (2000). Hops A Millennium Review. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 131-146.

26. Mosher, M., & Trantham, K. (2017). *Brewing Science: A Multidisciplinary Approach*. Cham, Suiza: Springer.

27. Noonan, G. (1997). *Understanding Malt Analysis Sheets, How To Become Fluent in Malt Analysis Interpretation. Brewer's Market Guide*.

28. Noonan, G. J. (1996). *New Brewing Lager Beer*. Colorado, Estados Unidos: Brewers Publications.

29. Puvača, N. S., Stanaćev, Z., Đukić-Stojčić, M., Milić, D., & D., B. (2013). *Fatty acid composition of edible chicken tissue enriched with fatty acids from linseed*. 23rd International symposium New

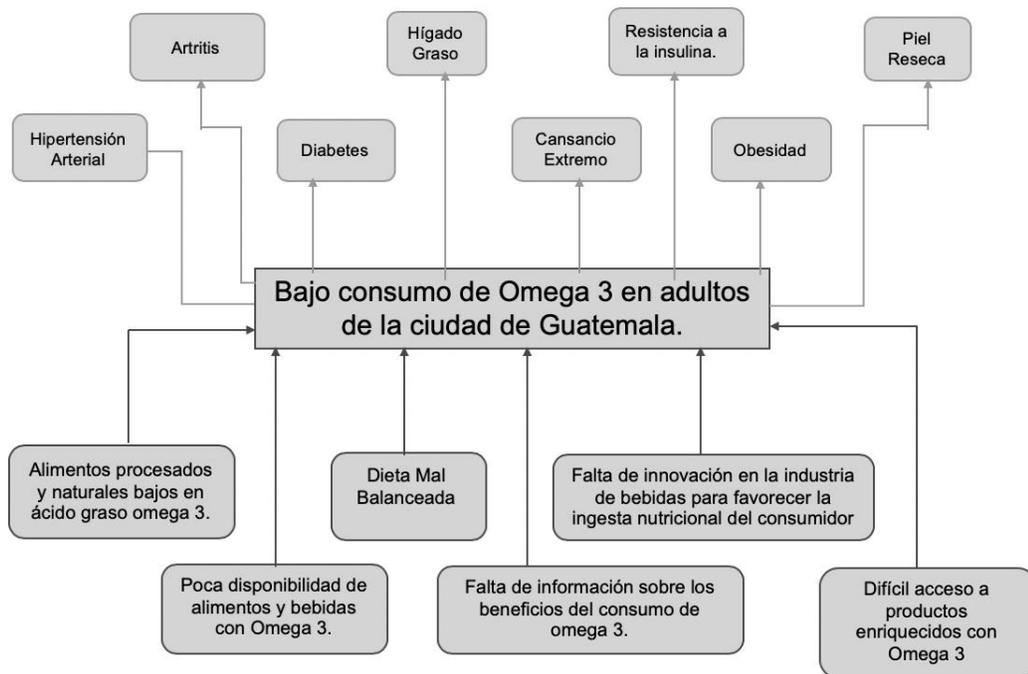
Technologies in Contemporary Animal Production. Serbia: 23rd International symposium.

30. Ramirez, W. F., & Maciejowski, J. (2007). Optimal Beer Fermentation. *Journal of the institute ofd Brewing*, 3(113), 325-333.
31. Rivas Ruiz, R., Perez Rodriguez, M., & Talavera, J. (2013). *Del juicio clínico al modelo estadístico. Diferencia de medias. Prueba t de Student*. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 51(300-303).
32. Rocio Mateo-Gallego, S. P.-C.-M.-B.-M. (2019). Effect of an alcohol-free beer enriched with isomaltulose and a resistant dextrin on insulin resistance in diabetic patients with overweight or obesity. *Clinical Nutrition*.
33. Sakamoto, K., & Konings, W. N. (2003). Beer spoilage and hop resistance. *international Journal of Food Microbiology*, 105-124.
34. Samper, P. (26 de Octubre de 2019). Cervezas 2019. (H. Gutierrez, Entrevistador)
35. Sealy Gosset, (. W. (1908). The probable Error of a Mean. *Biometrika*, 6(1), 1-25.
36. Sohrabvandi, S., Mousavi, M., Razavi, S. H., & Mortazavian, A. (2010). *Alcohol-Free Beer: Methods of production, sensorial defects and healthful effects*. *Food Reviews International*, 26, 335-352.

37. Steiner, E., Arendt, E., Gastl, M., & Becker, T. (2011).
Influence of the malting parameters on the haze formation of beer after filtration. European Food Research and Technology, 587-597.
38. Wilson, E. G. (2012). Tesis Doctoral: Contributions to the quality control of two crops of economic importance: hops and yerba mate. Leiden, Países Bajos: División de Farmacognosy, Sección Metabolomics, Instituto de Biología (IBL), Facultad de Ciencia, Leiden University.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. Matriz de Coherencia

Problema: Baja disponibilidad y accesibilidad a productos que incluyan omega 3 en su composición.

Objetivos	VARIABLES	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología
Decidir cual de los procesos es mejor para una cerveza sin alcohol.	Propiedades organolépticas del producto final.	Aceptabilidad del producto.	Diferencia de medias, escala hedónica.	Prueba T-Student para muestras independientes
Validar la presencia de n-3 PUFA en producto Final.	Presencia de Omega 3	Presencia positiva, mayor de 10-12 mg / L	Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases.	Toma de muestra y entrega en laboratorio.
Validar aceptabilidad del producto.	Amargura, sabor y transparencia	Aceptabilidad del producto.	<i>Tasting.</i>	<i>Tasting</i> con formulario, a tomadores de cerveza, a realizarse en USAC.
Validar la presencia de alcohol en producto Final.	Presencia de Alcohol	Presencia positiva, menor a 1%	Determinación de alcoholes por cromatografía de gases	Toma de muestra y entrega en laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Instrumentos de recolección de datos.

Resumen estadístico y diferencia de medias para escala hedónica para el atributo color en Cerveza sin alcohol, fermentada en frío y con posterior evaporación del alcohol

				
Resumen				
Tipo de Cerveza	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cerveza Sin Alcohol Fermentada en frío				
Cerveza sin alcohol procedimiento de evaporación del alcohol				

Fuente: elaboración propia.

						
Análisis de Medias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos						
Dentro de los grupos						
Total						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Instrumentos de recolección de datos:

Resumen estadístico y diferencia de medias para escala hedónica para el atributo sabor en Cerveza sin alcohol, fermentada en frío y con posterior evaporación del alcohol

 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO FACULTAD DE INGENIERÍA				
Resumen				
Tipo de Cerveza	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cerveza Sin Alcohol Fermentada en frío				
Cerveza sin alcohol procedimiento de evaporación del alcohol				

Fuente: elaboración propia.

 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO FACULTAD DE INGENIERÍA						
Análisis de Medias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos						
Dentro de los grupos						
Total						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Instrumentos de recolección de datos.**

Resumen estadístico y diferencia de medias para escala hedónica para el atributo cuerpo en Cerveza sin alcohol, fermentada en frio y con posterior evaporación del alcohol

				
Resumen				
Tipo de Cerveza	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cerveza Sin Alcohol Fermentada en frio				
Cerveza sin alcohol procedimiento de evaporación del alcohol				

Fuente: elaboración propia.

						
Análisis de Medias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos						
Dentro de los grupos						
Total						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Instrumentos de recolección de datos.

Resumen estadístico y análisis de varianza para escala hedónica para el atributo sensación en boca (burbujeo) en Cerveza sin alcohol, fermentada en frío y con posterior evaporación del alcohol.

 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO FACULTAD DE INGENIERÍA				
Resumen				
Tipo de Cerveza	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cerveza Sin Alcohol Fermentada en frío				
Cerveza sin alcohol procedimiento de evaporación del alcohol				

Fuente: elaboración propia.

 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO FACULTAD DE INGENIERÍA						
Análisis de Medias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos						
Dentro de los grupos						
Total						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Formato de evaluación sensorial



De acuerdo con la escala hedónica de 5 puntos, califique los parámetros de color, sabor, cuerpo y sensación en boca de las muestras que se le presenta.

Categoría		M
5	Me gusta mucho	
4	Me gusta un poco	
3	Ni me gusta, ni me disgusta	
2	Me disgusta un poco	
1	Me disgusta mucho	

Muestra #Código	
Color	
Sabor	
Cuerpo	
Olor	
Sensación en Boca	

Comentarios adicionales: _____

Fuente: elaboración propia.

