

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA



T E S I S

**DISEÑO Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE UN ALIMENTO
FUNCIONAL A BASE DE BAGAZO CERVECERO ADICIONADO
CON NUTRACÉUTICOS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO INDUSTRIAL**

**P R E S E N T A:
GLORIA MENCHACA ESPINOZA**

**DIRECTORA DE TESIS
Dra. MARÍA DEL PILAR HARO VÁZQUEZ**

TIJUANA, B. C.

OCTUBRE 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA
COORDINACIÓN DE EXTENSIÓN Y VINCULACIÓN

FOLIO No. 063

Tijuana, Baja California, a 25 de septiembre de 2024


C. GLORIA MENCHACA ESPINOZA
PASANTE DE QUÍMICO INDUSTRIAL
PRESENTE:

El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional, en la opción de **Tesis** es propuesto por la **Dra. María del Pilar Haro Vázquez** quien será la responsable de la calidad del trabajo que usted presente, referido al tema: **"Diseño y análisis bromatológico de un alimento funcional a base de bagazo cervecero adicionado con nutraceuticos"**, el cual deberá usted desarrollar, de acuerdo con el siguiente orden:

RESUMEN

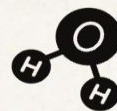
- I. INTRODUCCIÓN
- II. ANTECEDENTES
- III. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
- IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
- V. CONCLUSIONES
- VI. TRABAJO A FUTURO
- VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- VIII. APÉNDICES



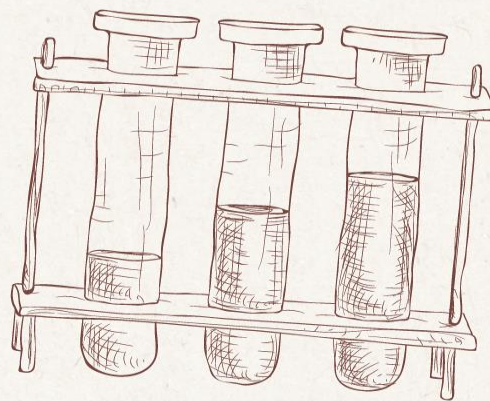

Dra. María del Pilar Haro Vázquez
Directora de Tesis


M.C. Roberto Alejandro Reyes Martínez
Director


Dra. Ana Alejandra Ramírez Rodríguez
Subdirectora



Agradecimientos



Agradezco a la Universidad Autónoma de Baja California, a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería en donde me formé durante mi carrera profesional y descubrí un mundo de posibilidades por aprender, descubrir y crear por medio de cada clase y laboratorio. Gracias FCQI por brindar instalaciones para el desarrollo de cada uno de mis proyectos de investigación en el laboratorio de alimentos.

A mi directora de tesis la **Dra. María del Pilar Haro Vázquez** por llevarme de la mano en cada uno de mis proyectos de investigación desarrollados durante mi carrera, por brindar apoyo y ejemplo académico pero también de vida, por enseñar con amor y dedicación, por enseñar aun por más simple que suene una duda, por abrirme las puertas a nuevas oportunidades y experiencias, por enseñarme en cada pequeño detalle, pero sobre todo por acompañarme en los procesos personales y ser un apoyo en las diferentes etapas.

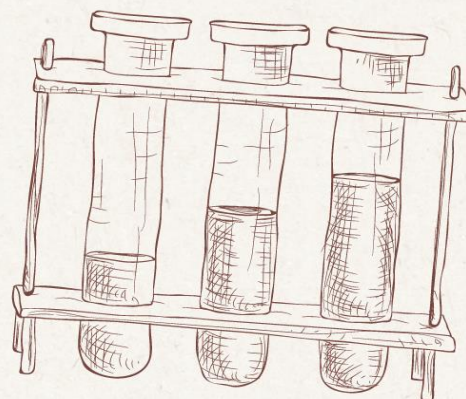
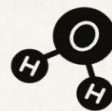
A mi comité de Tesis, M.C. Ericka Vázquez por su participación en este proyecto, por cada enseñanza en clase y por acompañarme en medio del proceso más difícil, al Dr. Iván Córdova gracias por guiar en mis comienzos en investigación de productos naturales y su participación en mi tesis, por todo el apoyo.

Mi gratitud al Dr. José Crisóstomo y Dr. Ethiel Zavala por brindarme espacio de trabajo y apoyarme cada que necesitaba solucionar las necesidades en el laboratorio y ser los catadores oficiales de mis galletas, gracias doctores. A mi amiga y compañera de laboratorio Lluvia Félix por su apoyo en cada etapa de este proyecto y sobre todo su apoyo emocional.

A la cervecería Lúdica®, por proporcionar la materia prima para lograr el diseño del alimento funcional, así como al Q.I. Emmanuel Cota por el enlace con la cervecería y a cada uno de los participantes en la encuesta de aceptabilidad.

A mi familia, mis padres y mis hermanas, que siempre me han sostenido y alentado para continuar adelante, por todo su apoyo para poder desarrollar mis estudios y por creer en mi en cada paso que emprendo, los amo familia.

Dedicataria



Dedicatoria:

A mi niña Danna, mi pequeña hermana que es la persona más valiente que he conocido en este mundo, que sin duda alguna ha dejado huella en cada persona que a interactuado con ella, la niña mas resiliente, fuerte, alegre, la única que le da un sentido especial a la vida, siempre marcando la diferencia a donde quiera que llega, no tiene que hacer nada cuando ya está impactando a otros, hasta la fecha. “Yo soy diferente” definitivamente tú fe es diferente, como la de pocos, nunca te da miedo nada, no importaba lo que el mundo entero decía, lo que la teoría e incluso los resultados decían, tú siempre puedes hacer todo, porque eres fuerte y valiente, porque nunca desmayaste, cuanto desearía que estuvieras aquí para que me retaras aún más a continuar, para contarte que lo estoy intentando, para contarte del laboratorio, que aunque pensaste que no podría pasar, pero las reacciones exotérmicas existen, y te toco experimentarlo al tacto por curiosa, Dannita lo estoy intentando...

Índice General:

Índice de figuras.....	9
Índice de gráficas.....	10
Índice de tablas.....	10
Abreviaturas.....	11
I. JUSTIFICACIÓN	
1.1 OBJETIVOS	15
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.2 HIPÓTESIS.....	16
II. ANTECEDENTES	
2.1 La historia de las primeras bebidas fermentadas.....	18
2.1 La industria cervecera	19
2.2 La Industria cervecera en México.....	20
2.3 El bagazo cervecero.....	22
2.4 Diseño de alimentos y salud.....	23
2.5 Enfermedades no transmisibles.....	23
2.6 Aditivos alimentarios.....	24
2.7 Nutracéuticos.....	24
2.8 Alimentos Funcionales.....	26
2.9 Los alimentos funcionales y sus áreas temáticas.....	26
2.10 Características distintivas de los alimentos funcionales.....	27
2.11 Fibra	27
2.14 Pimienta Negra.....	29
2.15 La Albahaca y sus propiedades terapéuticas.....	30
2.16 Perejil	31
2.17 Chile y su uso en alimentos.....	31
2.18 Semilla de calabaza	33
2.19 Semilla de girasol.....	33

2.20 Ajonjolí	34
2.21 Cacahuete.....	34
2.22 Chía	35
III. PARTE EXPERIMENTAL	
3.1 Materiales y equipo.....	37
3.2 Reactivos.....	37
3.3 Equipos.....	37
IV. METODOLOGÍAS	
1. Diseño experimental de la galleta.....	38
1.1 Materia prima.....	38
2.1 Análisis bromatológico.....	40
2.1 Humedad.....	40
2.2 Cenizas	40
2.3 Carbohidratos totales	41
2.4 Determinación de azúcares reductores.....	43
2.5 Determinación de grasas y aceites	45
2.6 Determinación de fibra cruda.....	46
2.7 Determinación de proteínas.....	47
2.8 Determinación de sodio como cloruro de sodio	49
3. Diseño de encuestas de aceptabilidad y cartas de consentimiento informado...50	
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
VI. CONCLUSIONES	59
VII. REFERENCIAS	60
VIII. ANEXOS	70

Índice De Figuras:

Figura # 1: Ingredientes y elementos para hacer cerveza.....	12
Figura # 2: Elaboración de las primeras bebidas fermentadas.....	17
Figura # 3: Fundación de Cervecería Guinness	18
Figura # 4: Cervezas artesanales.....	21
Figura # 5: Los principales estados de siembra de cebada para elaboración de cerveza mexicana.....	20
Figura # 6: Árbol y bayas de pimienta.....	29
Figura # 7: Bayas y sus diferentes etapas de secado.....	30
Figura #8: Estructura de Capsaicina.....	32
Figura # 9: Bagazo Húmedo y seco.....	38
Figura # 10: Cenizas.....	41
Figura # 11: Tubos en proceso para determinación de azúcares reductores	44
Figura # 12: Extractor de grasas Hanon.....	45
Figura #13: Digestor de fibra.....	47
Figura # 14: Digestor de proteínas HACH.....	48
Figura # 15: Galletas.....	53

Índice De Gráficos:

Gráfico # 1: Curva de calibración para carbohidratos totales.....	42
Gráfico # 2: Curva de calibración para carbohidratos reductores.....	44
Gráfico # 3: Curva de calibración para proteínas	49
Gráfico # 4: Resultados de encuestas de aceptabilidad del alimento.....	56

Índice De Tablas:

Tabla 1: Ingredientes adicionales y rangos utilizados en cada receta.....	39
Tabla 2: Resultados del análisis bromatológico.....	51
Tabla 3: Encuesta de aceptabilidad	51
Tabla 4. Resultados del análisis bromatológico.....	54

Abreviaturas:

Abs: Absorbancia.

A.C.: Antes de Cristo.

Aprox: Aproximadamente.

B.C.: Baja California.

Conc: Concentración.

cm: Centímetros.

DNS: Ácido Dinitrosalicílico.

FIM: Foundation for innovation in medicine, por sus siglas en ingles.

g: Gramo

IDA: Ingesta diaria admitida para consumidores.

IUPAC: The International Union of Pure and Applied Chemistry, por sus siglas en ingles.

Kg: Kilogramo.

KOH: Hidróxido de potasio.

L: Litro.

m: Metro.

min: Minutos.

mL: Mililitros.

M: Molar.

nm: Nanómetros.

OMS: Organización Mundial de la salud.

PASSCLAIM: El proceso para la evaluación del respaldo científico de las afirmaciones sobre alimentos.

pH: Potencial de hidrogeno.

Profeco: Procuraduría Federal del Consumidor.

Q.I.: Químico Industrial.

SCFA: Short- chain fatty acids, por sus siglas en ingles.

TKN: Nitrógeno total Kjeldahl.

W: Peso.

Ws: Peso seco.

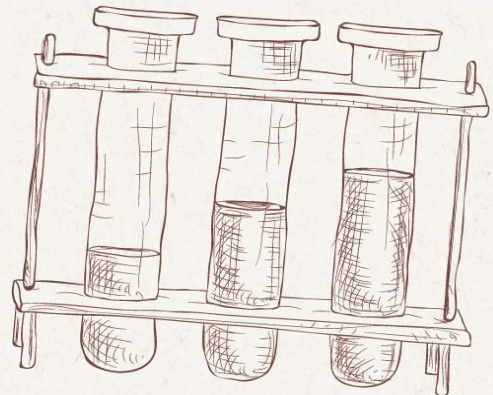
°C: Grados centígrados.

En encuestas:

F: Femenino.

M: Masculino.

Justificación



En la actualidad encontrar opciones de alimentos o snacks saludables entre las ofertas del mercado es complicado, encontramos muchos productos que proclaman ser benéficos para la salud, pero en la mayoría de los casos la información nutrimental no es totalmente clara. En los alimentos se incorporan varias sustancias sintéticas como pueden ser edulcorantes, colorantes, saborizantes y conservadores artificiales, los cuales pueden tener efectos adversos en la salud del consumidor. Según la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) existen algunos de estos aditivos que producen hiperactividad, alergias o asma entre otras reacciones adversas, lo cual representa un problema de salud pública (PROFECO, 2020).

La ciudad de Tijuana B.C. es considerada como la capital de la cerveza artesanal de México, por los premios cosechados gracias a la calidad y diversidad de sus cervezas producidas (García, 2019), generando grandes cantidades de residuos al año, siendo el de mayor proporción el bagazo cervecero, el cual representa el 85% de los residuos generados por esta industria. Se estima que se producen alrededor de 20 kg de bagazo cervecero húmedo por cada 100 L de cerveza elaborada (Barrera, 2019), esto es una gran cantidad considerando que existen varias cervecerías de producción continua en la ciudad, lo cual da origen a una problemática ambiental al ser desechado principalmente en rellenos sanitarios, generando gas metano en su descomposición, considerado como un gas de efecto invernadero. Actualmente este residuo se aprovecha como alimento de ganado lechero, por su alto valor nutricional, como abono en tierras agrícolas debido a su contenido de nitrógeno y minerales, así como productos de panificación (Chávez Chávez et al., 2023).

El bagazo cervecero contiene en mayor proporción *Hordeum Vulgare*, un cereal comúnmente conocido como cebada (se ilustra en la **Figura 1**), su aporte nutricional es importante, ya que contiene proteínas, fibra, algunos minerales y vitaminas del grupo B, se considera un nutraceutico ya que posee una gran cantidad de fibra que contribuye en el proceso de digestión, mejora el perfil lipídico y reduce el índice

glucémico en sangre (Del Villar Ruiz & Herráiz, 2010), estas características lo hacen un buen ingrediente para el diseño de un alimento funcional (galleta salada), mezclado con avena, complementado con: cacahuete, semillas (girasol, calabaza, chía y ajonjolí) por su aporte de Omegas 3, 6 y Vitamina E, además de especias y hierbas aromáticas que en su mayoría son considerados nutraceuticos.

El análisis bromatológico al bagazo cervecero como materia prima de interés y al producto, las galletas diseñadas, permiten brindar al consumidor la información nutrimental de manera clara y precisa. La producción de esta galleta contribuye al cuidado del medio ambiente, al darle una aplicación innovadora al desecho de mayor proporción en la industria cervecera.



Figura 1. Ingredientes y elementos para hacer cerveza.

Tomada de: Clarin Gourmet

(Como hacer cerveza artesanal paso a paso, 2021)

Objetivos:

Objetivo General:

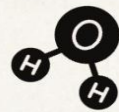
Diseño de un alimento funcional a base del mayor residuo de la industria cervecera (el bagazo), adicionado con diversos nutracéuticos que le confieran propiedades saludables al alimento, que resulte alto en fibra, proteína, bajo en: grasas, índice glucémico y gluten, agradable al consumidor, proporcionando la información nutrimental obtenida del análisis bromatológico.

Objetivos Específicos:

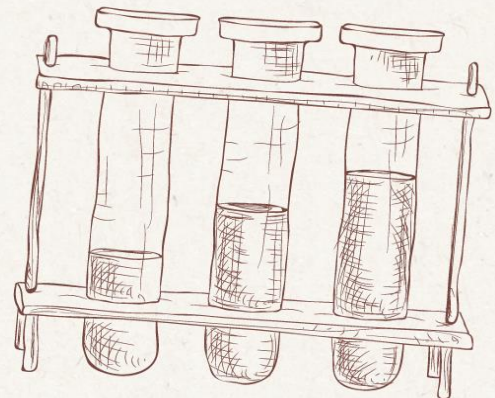
- Diseño de una masa utilizando bagazo cervecero para la elaboración de un alimento funcional.
- Análisis bromatológico del bagazo cervecero.
- Elaborar tres variables de recetas con toppings de diferentes semillas.
- Determinación del análisis bromatológico de los alimentos funcionales.
- Análisis de aceptabilidad del alimento por medio de encuestas en escala de Likert.

Hipótesis:

El bagazo cervecero es una buena base para el diseño de galletas por sus propiedades benéficas para el ser humano, otorgando un sabor agradable, rico en fibra y proteína, bajo contenido de gluten e índice glucémico, permitiendo combinaciones novedosas al mezclarse con otros ingredientes para hacerlo más atractivo al consumidor.



Antecedentes



Antecedentes:

La Historia De Las Primeras Bebidas Fermentadas

Las primeras bebidas fermentadas tienen antecedentes históricos que datan de aproximadamente -7000 A.C. ya que se estima que en esa época se comenzaron a elaborar bebidas fermentadas similares a lo que hoy conocemos como cerveza. Posterior a esto se encontraron registros en tablas de arcilla del pueblo sumerio sobre la receta que empleaban para la bebida que preparaban, le llamaban “sikaru” alrededor del año -4000 A.C. como se muestra en la **Figura 2**, pero fue hasta siglos de años después donde estas bebidas fermentadas se empiezan a vender y reglamentarse según el código de Hammurabi en el año 1760 A.C.

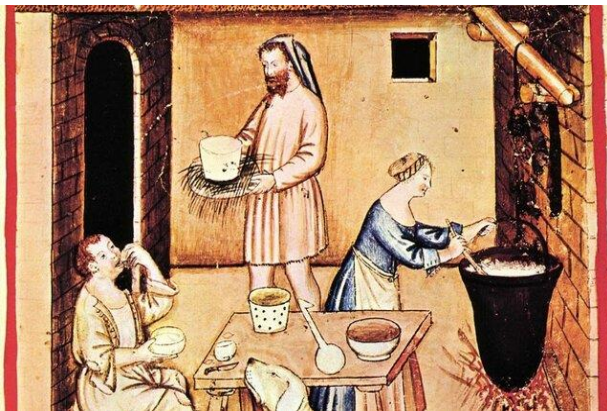


Figura 2. Elaboración de las primeras bebidas fermentadas
Tomada de: Time lines

Fue hasta el año 822 cuando se empezó a escribir en forma la relación entre el lúpulo y la cerveza, documento escrito en el norte de Francia por Abad Adalhard. En el año de 1040 fue fundada la cervecería más antigua del mundo en Abadía de Weihestephan, Baviera, 60 años después empieza a cultivarse lúpulo en el norte de Alemania en mayor escala y se empieza a exportar la cerveza lupulada. Stella Artois se establece como fábrica en 1366, después de 3 siglos se funda en Francia un cuerpo de inspectores de cervecerías que se extiende por todo el territorio para asegurar la calidad de la cerveza. Con el avance de la revolución industrial y la máquina de vapor, el ferrocarril, el termómetro y el densímetro empezó la era moderna de las cervecerías en 1750, y esto abrió paso para que se funde la

cervecería Guinness en Reino Unido en el año 1759 como se muestra en la **figura 3** (Sánchez, 2014).

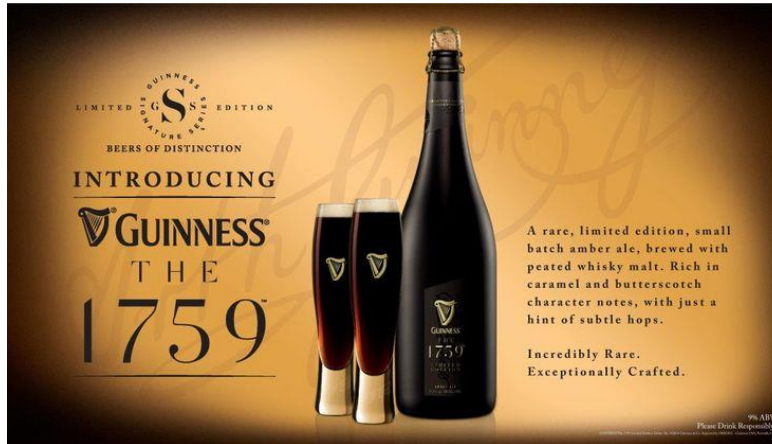


Figura 3. Fundación de Cervecería Guinness

Tomada de: The ultra-premium beer served in stemless champagne flutes, 2014.

La Industria cervecera se establece en América, en Estados Unidos con la cervecería Anheuser-Busch.

Louis Pasteur en 1857 concluye que la cerveza se fermenta gracias a las levaduras, y motiva a los productores a tener un control, instruyéndolos en cómo evitar la contaminación de sus producciones y con ello no tener alteraciones en la calidad de sus cervezas.

La Industria Cervecera

La Industria cervecera, según su producción, se ubica entre las 19 actividades más importantes de las Industrias manufactureras, de un total de 288 actividades a nivel internacional (PROFECO, 2020). La producción de cerveza a nivel mundial

entre el año 2009 al 2022 osciló entre 1.82 y 1.972 millones de hectolitros por año, disminuyendo la producción en pandemia (García, 2019).

Los principales productores de cerveza en el mundo son China: 449 millones de hectolitros; Estados Unidos: 219 millones de hectolitros; Brasil: 129 millones de hectolitros; México: 110 millones de hectolitros y Alemania: 94 millones de hectolitros (Barrera, 2019).

La Industria Cervecera En México

La industria cervecera en México desde la parte agrícola hasta la venta directa al consumidor se encuentra dentro de las 20 actividades manufactureras más importantes de nuestra república, dentro de la cual más de cinco mil familias tienen un sustento económico gracias a que se cultivan más de 300 mil hectáreas de cebada (Juárez, 2021), la cual es la principal materia prima para la elaboración de cerveza.

La materia prima para la elaboración de cerveza es el bagazo cervecero, que contiene en mayor proporción granos de cebada. A nivel internacional los principales países productores de cebada son: China, Rusia, Estados Unidos, India Y Francia (Cortex, 2024).

A nivel nacional los 5 estados de mayor producción de cebada para la elaboración de cerveza mexicana son: Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Puebla y Tlaxcala, como se muestra en la **Figura 5**, en donde también se indican las toneladas de producción anual (Cluster Industrial, 2021)



Figura 4. Los principales estados de siembra de cebada para elaboración de cerveza mexicana. Tomada de: Cluster Industrial

La elaboración de cerveza es la más importante dentro de la producción de bebidas alcohólicas.

En el año 2020 la producción de cerveza a nivel nacional sumó la cantidad de 118 millones de hectolitros (INEGI, 2020).

Baja California se encuentra en el top10 del ranking nacional de productores de cerveza, encontrando en los primeros lugares Zacatecas, Coahuila y Nuevo León, ocupando el noveno lugar Baja California generando el 5.2% de la producción nacional.

La ciudad de Tijuana B.C. considerada como la capital de la cerveza artesanal de México, por los premios cosechados gracias a la calidad y diversidad de sus cervezas producidas (García, 2019).

Estas cervecerías generan grandes cantidades de residuos al año, el residuo en mayor proporción es el bagazo cervecero, el cual representa el 85% de los residuos

generados por esta industria. Este se obtiene después del proceso de maceración, es la parte insoluble del grano de cebada que está en solución con el mosto, el mosto se filtra para ser fermentado y producir la cerveza, en este proceso se obtiene el bagazo como subproducto y debe disponerse. Se estima que se producen alrededor de 20 kg de bagazo cervecero húmedo por cada 100 L de cerveza elaborada (Barrera, 2019), esto es una gran cantidad considerando que existen varias cervecerías de producción constante en la ciudad, lo cual da origen a una problemática ambiental al ser desechado en rellenos sanitarios, ya que su descomposición genera gas metano que es un gas de efecto invernadero. Actualmente este residuo se busca aprovecharlo como alimento de ganado.

El Bagazo Cervecero

El bagazo cervecero contiene en mayor proporción *Hordeum Vulgare*, un cereal comúnmente conocido como cebada, su aporte nutricional es importante, ya que contiene proteínas, fibra soluble, algunos minerales y vitaminas del grupo B, se considera un nutraceutico ya que posee una gran cantidad de fibra que contribuye en el proceso de digestión de carbohidratos, mejora el perfil lipídico en sangre, así como también reduce el índice glucémico en sangre (Del Villar & Herráiz, 2010), lo cual postula a la cebada como un gran ingrediente para el diseño de un alimento funcional.

Dentro de la composición del bagazo cervecero también se encuentran otros granos como lo pueden ser la avena, trigo, centeno y en algunos casos maíz, pueden llegar a encontrarse recetas con otros tipos de granos (Sánchez, 2014).

A nivel internacional existen diversas iniciativas para darle uso al bagazo cervecero en aplicaciones de alimentos funcionales. Una de estas iniciativas se desarrolló en Jalisco, Mex. Con una idea innovadora que fomenta la bioeconomía circular, en la cual transforman el bagazo cervecero en un suplemento alimenticio que se puede

utilizar como base para preparación de pan y pizza, para enriquecer su contenido nutrimental (Carrillo & Saldarriaga 2024).

En Colombia se realiza análisis bromatológico del bagazo cervecero, al que llaman “BSG” o grano gastado de malta, y por las propiedades fisicoquímicas y nutricionales que posee buscan incorporar la harina de BSG en una formulación innovadora de un snack como totopo y ofrecer un producto con “buena fuente de fibra” (Suasty, 2021).

Diseño De Alimentos y Salud

Enfermedades No Transmisibles:

Las enfermedades no transmisibles son aquellas enfermedades que conocemos como crónicas y resultan por factores genéticos, ambientales, fisiológicos, así como de comportamiento, estos últimos incluyen el estilo de vida y la dieta diaria.

Este tipo de enfermedades afectan a personas de todos los grupos de edad, regiones y países, con mayor frecuencia a los grupos de edad avanzada. Cada año más de 17 millones de personas menores de 70 años mueren a causa de una enfermedad no transmisible, un gran porcentaje (86%) de estas muertes ocurren en países de escasos recursos, relacionando esto directamente a un estilo de vida poco saludable en ámbitos de alimentación, actividad física, consumo de sustancias nocivas como el alcohol o el tabaco y la exposición a la contaminación atmosférica. Todos estos factores incrementan las probabilidades de presentar hipertensión arterial, diabetes, colesterol alto y obesidad, a los cuales se le denominan factores de riesgo metabólicos y pueden provocar enfermedades cardiovasculares, el tipo de enfermedad no transmisible que causa más muertes prematuras (OMS, 2023).

Aditivos Alimentarios

Según la Organización mundial de la salud los aditivos alimentarios son sustancias adicionadas a algunos alimentos, principalmente los procesados con fines de conservación, mejora de sus propiedades sensoriales, como lo son sabor, olor o textura (OMS, 2003).

Existen normatividades que establecen los tipos de aditivos alimentarios permitidos y las dosis máximas, que se refiere a la IDA, ingesta diaria admitida para consumidores, los cuales se establecen en el CODEX ALIMENTARIUS, normatividad que también establece las condiciones en las que se pueden usar los aditivos alimentarios (Codex OMS, 2019).

Nutracéuticos

El Dr. Stephen DeFelice, presidente de la Fundación para la Innovación en Medicina (Foundation for Innovation in Medicine, FIM), en Cranfor, Nueva Jersey, Estados Unidos, acuñó el término **nutracéutico** en 1989, uniendo los términos nutrición y farmacéutico, aplicándolo a cualquier sustancia presente en un alimento, o parte de este, que proporciona beneficios de salud, incluyendo la prevención o tratamiento de una enfermedad (DeFelice, 1995). Los compuestos activos son aislados en mayor o menor grado, en formatos distintos al de un alimento, y destinados a una frecuencia menor de consumo. Aunque no existe una definición clara de “nutracéuticos” a nivel mundial, el término incluye funciones de promoción de la salud y prevención de enfermedades, detrás del valor nutricional de estos productos (Rico, 2023).

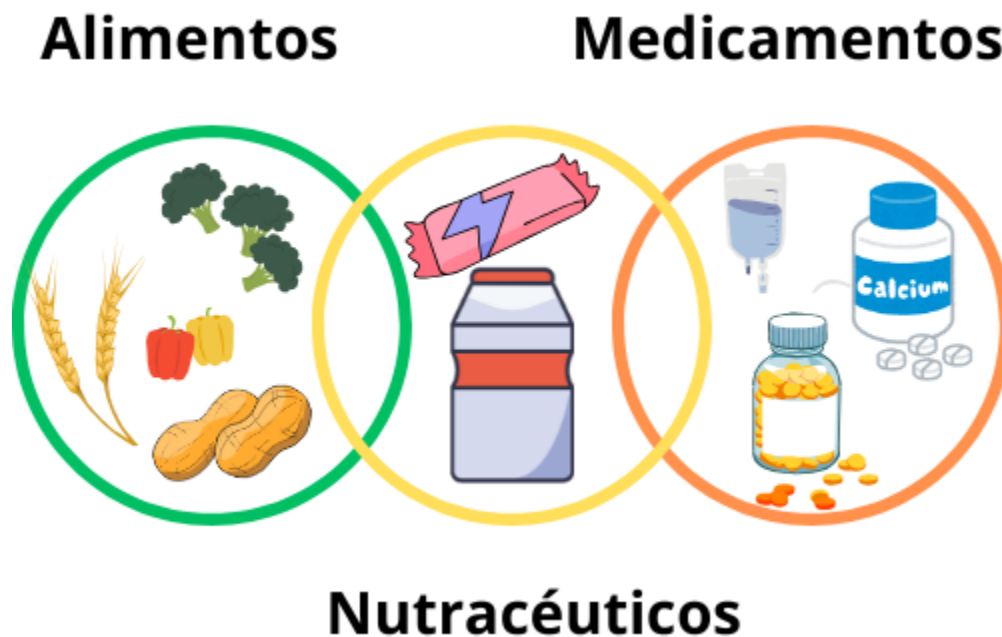


Figura 5. Esquema de la relación entre alimentos, medicamentos y nutracéuticos.

En otras palabras, los nutracéuticos son la parte farmacológica de un alimento, (ilustrado en la **figura 5**) y se pueden clasificar de diversas maneras: Por su origen (animal o vegetal), la forma de consumo, su naturaleza estructural, así como su función. Los nutracéuticos cumplen funciones contra enfermedades neurodegenerativas, cardiovasculares, síndrome metabólico, anomalías congénitas, patologías relacionadas con los huesos (osteoartritis, osteoporosis) y cáncer (Ansari et. al 2013).

El proceso para la evaluación del respaldo científico de las afirmaciones sobre alimentos (PASSCLAIM), estableció criterios internacionales para la evaluación armonizada de los análisis o pruebas desarrollados para respaldar una afirmación sobre un alimento o componente alimentario. Las pruebas se evalúan sistemáticamente en función de los siguientes criterios:

“una caracterización del alimento o del componente alimentario al que se atribuye el efecto afirmado; datos humanos, principalmente de estudios de intervención que representen las poblaciones objetivo de la afirmación; una relación dosis-respuesta;

pruebas que permitan factores de confusión como el estilo de vida, los patrones de consumo, la dieta de base y la matriz alimentaria, etc.; una duración apropiada para el estudio; una medida de cumplimiento; potencia estadística adecuada para probar la hipótesis. Se podrían utilizar marcadores validados y de calidad garantizada de resultados intermedios o finales cuando no se pueda acceder fácilmente a los puntos finales ideales para su medición, siempre que su relación con el desarrollo del resultado principal relevante para la afirmación esté bien caracterizada y fundamentada” (Aggett, 2009).

Alimentos Funcionales

El concepto de alimentos funcionales surge en los años 80’s en Japón, donde las autoridades sanitarias identificaron que la manera de controlar los gastos generados al gobierno en salud por los habitantes, requería garantizar una mejor calidad de vida para la población y reducir la probabilidad de enfermedades crónico-degenerativas las cuales están ligadas directamente a la alimentación diaria. Un alimento funcional es aquel que además de su valor nutritivo o aporte de macronutrientes contiene componentes biológicamente activos que aportan un beneficio específico para la salud (Nutricare, 2022), beneficio adquirido gracias a sus componentes nutracéuticos.

Los Alimentos Funcionales y Sus Áreas Temáticas

Para que un producto se considere un alimento funcional este debe de entrar en ciertas características o beneficios que le incluyan en una de las diferentes áreas temáticas de los alimentos funcionales, como lo son:

- Patología cardiovascular relacionada con la dieta.
- Salud ósea y osteoporosis
- Rendimiento y forma física

- Regulación del peso corporal, sensibilidad a la insulina y diabetes
- Cáncer relacionado con la dieta
- Estado mental y rendimiento psíquico
- Salud gastrointestinal e inmunidad (Aggett, 2009).

Características Distintivas De Los Alimentos Funcionales

Los alimentos funcionales se distinguen de otros alimentos por su capacidad de mejorar la salud o reducir el riesgo de enfermedades. Estas son algunas de las características que los definen:

- **Composición nutricional:** Los alimentos funcionales contienen nutrientes esenciales como vitaminas, minerales, proteínas, grasas saludables y carbohidratos.
- **Compuestos bioactivos:** Estos alimentos también contienen compuestos bioactivos o fitoquímicos que pueden tener propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas y anticancerígenas.
- **Soporte fisiológico:** Los alimentos funcionales ofrecen beneficios más allá de su nutrición básica al afectar positivamente procesos fisiológicos como la digestión, el metabolismo y la función inmunológica.
- **Evidencia científica:** La eficacia y seguridad de los alimentos funcionales están respaldadas por estudios científicos rigurosos que demuestran sus efectos beneficiosos (Innovación alimentaria, 2023).

Fibra:

Fibra dietética y antioxidantes son los principales constituyentes de los alimentos que la investigación refiere como factores clave en la baja mortalidad asociada a las dietas ricas en alimentos de origen vegetal, especialmente frutas y verduras. El papel de estos compuestos en la salud se puso de manifiesto como consecuencia

de diversas paradojas nutricionales observadas en poblaciones que no pueden explicarse a través de los nutrientes y energía de la dieta.

Fibra Como Farmaconutriente o Nutraceutico:

Justificaciones para añadir fibra a la dieta:

- Mejorar la tolerancia a la alimentación
- Prevenir el estreñimiento
- Posiblemente, mejorar el control glucémico (diabetes e intolerancia a la glucosa)

La fibra es la parte de las plantas comestibles que resiste la digestión y absorción en el intestino delgado por ausencia de las enzimas para su hidrólisis, pero, experimenta una fermentación parcial o total en el intestino grueso.

Las fibras se describen como polisacáridos no almidonados.

Sus componentes son:

Celulosa, hemicelulosa, sustancias pépticas, almidón resistente, Inulina (prebiótico), gomas, mucílagos etc.

Efectos benéficos del uso de fibra en la dieta diaria:

- Mejora el estreñimiento
- Efecto saciante
- Obesidad
- Previene el riesgo de enfermedades como: Cáncer de colon y recto, así como diabetes mellitus.
- La fibra soluble e insoluble estimula el crecimiento de la mucosa y la proliferación celular tanto en el intestino delgado como en el grueso

- La fibra soluble puede retrasar el vaciado gástrico y prolongar el tiempo de tránsito intestinal, para mejorar la absorción de nutrientes.

La fibra fermentable es metabolizada por las bacterias cólicas produciendo SCFA (Short-chain fatty acids) que son absorbidos en el colonocito y transportados a la vena porta para su distribución sistémica como fuente de energía (los SCFA también mejoran la absorción de sodio y agua, aumentan el tiempo de tránsito intestinal y estimulan la proliferación mucosa) (García-Silvera, 2018).

Pimienta Negra

Piper Nigrum L. que pertenece a la familia de *Piperaceae* (se muestra en **Figura 6**) es de las especias más utilizadas en la gastronomía. La pimienta aporta un sabor muy característico a los alimentos y potencia el sabor de otros que lo acompañan en las preparaciones. Esta especia no solo tiene aplicaciones con fines culinarios, sino que también contiene compuestos que le confieren principalmente propiedades antimicrobianas e inclusive insecticidas.

Piper nigrum es una especie perenne originaria de la costa de la India. La planta puede llegar a un crecimiento de hasta 10m. Los frutos de la planta se obtienen de la drupa inmadura seca. En la medicina popular las semillas de esta planta han tenido aplicaciones en enfermedades gastrointestinales e incluso epilepsia. (Turrini et al., 2020).



Figura 6. Árbol y Bayas de *Piper nigrum*

Tomada de: entresemillas.com



Figura 7. Bayas de *Piper nigrum* en sus diferentes etapas de secado.

Tomada de: consejosparamihuerto.com

El olor característico de la pimienta se encuentra contenido en su aceite esencial en cada una de las bayas (Ilustradas en la **Figura 7**). El aceite esencial contiene aproximadamente cien componentes, entre ellos:

- Monoterpenos como el Beta-pineno y Limoneno (50-74%),
- Sesquiterpenos mayormente beta-cariofileno (20-35%),
- Terpenoides oxigenados (13%)

La pimienta también contiene otros tipos de compuestos, que le confieren sabor picante a dicha especie, la piperidina y el ácido piperico (Takoore et al., 2019). La piperina posee diversas propiedades, es usada en la medicina popular por sus efectos antiinflamatorios, neuroprotectores, cardioprotectores y antioxidantes, además se conoce que la piperina influye en la biodisponibilidad y absorción de fármacos (Turrin et al., 2020).

La Albahaca y Sus Propiedades Terapéuticas

La albahaca, *Basilicum* que proviene de la familia de las Lamiáceas y es originaria de la India, es una planta con hojas de diferentes formas, colores y matices de sabor, posee un suave aroma por lo que desde la antigüedad se usa como condimento. Contiene aceites esenciales con más de 20 componentes, entre ellos: estragol, metil cinamato, eugenol, citral, linalool, timol y alcanfor, los cuales le confieren diversas propiedades. Posee actividad antimicrobiana, antiséptica y ayuda a reducir los niveles de glucosa en sangre (Zilliken, 2012), así como también el empleo de la

albahaca en polvo y extractos acuosos disminuyen el índice de úlcera gástrica inducida por el uso de aspirinas, experimentado en ratas (Gómez, 2023)

Perejil

El perejil es una hierba aromática de la familia *Apiaceae*. Es de origen mediterráneo, sin embargo, en la actualidad se cultiva en todo el mundo. El perejil es comúnmente usado como condimento en alimentos y también en preparaciones farmacéuticas (Reyes-Munguía et al., 2012).

El perejil contiene diversos principios activos, entre ellos: apiol, flavonoides (apigenina), vitamina A, B, C y E, ácido fólico, clorofila y algunos minerales, estos compuestos le atribuyen al perejil propiedades antioxidantes, anticancerígenas y antienvjecimiento, así como la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Zilliken, 2012).

Chile y Su Uso En Alimentos

El uso del picante en alimentos funcionales cada vez es más frecuente, no solo por la experiencia sensorial del picante, sino porque promueve beneficios a la salud. Ingredientes en gastronomía como el chile o la pimienta cayena son ricos en capsaicina, que es la molécula bioactiva que le otorga “la capacidad” del sabor picante (The food tech, 2024).

La capsaicina es una molécula de origen natural, sintetizada por las plantas como mecanismo de defensa ante el ataque de animales, ya que dicha molécula tanto en humanos como en animales, es detectada por receptores del dolor, que al entrar en contacto con la capsaicina se facilita la entrada de iones calcio a las células, y después se transmite un mensaje al cerebro, lo que nosotros interpretamos como una sensación de dolor o ardor (Cedrón, 2013).

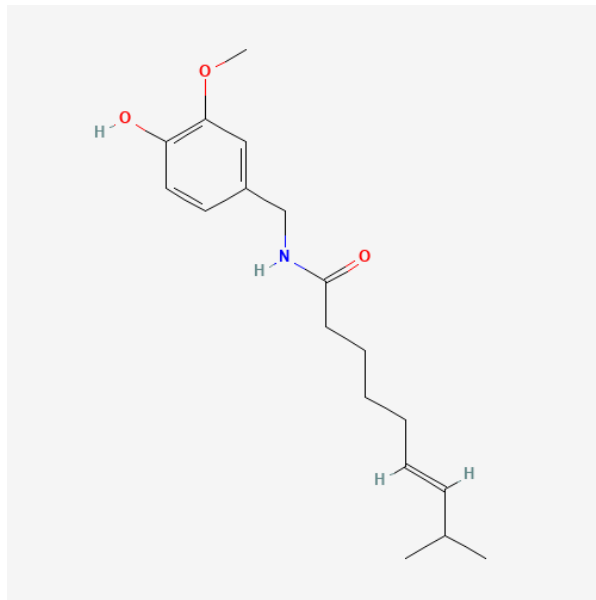


Figura 8. Estructura molecular de la Capsaicina.

Tomada de: Pubchem.ncbi

La capsaicina es un alcaloide de fórmula $C_{18}H_{27}O_3N$ que es sólido a temperatura ambiente (punto de fusión $64^{\circ}C$). Su nombre IUPAC es (E)-N-(4-hidroxi-3-metoxibencil)-8-metilnon-6-enamida. Conjuntamente con la dihidrocapsaicina (capsaicina que ha perdido el doble enlace por hidrogenación), forman el 90% de todos los compuestos responsables del sabor picante del ají y los pimientos (Cedrón, 2013).

La capsaicina posee propiedades antiinflamatorias, lo que le confiere beneficios a personas que tienen enfermedades inflamatorias crónicas, como la artritis, entre otras de sus propiedades está la antioxidante, que previenen el daño oxidativo y reducen el riesgo de enfermedades como el cáncer y enfermedades cardíacas (The food tech, 2024).

En china se realizó un estudio longitudinal que incluyó una muestra de más de medio millón de participantes, en las que se encontró que las personas que consumían alimentos picantes regularmente de 3 a 5 veces por semana tenían una tasa más baja de mortalidad, comparado con las personas que consumían picante

menos veces a la semana. Los resultados muestran que el consumo regular de capsaicina puede estar relacionado con una mayor longevidad (The food tech, 2024).

Semilla De Calabaza

La semilla de calabaza, *Cucurbita Sp.* En muchas ocasiones se considera como un desecho de la industria de la agricultura. *Curcubita Sp.* se consume en muchas partes del mundo, como en México. Las semillas se consumen crudas, tostadas, cocidas, e incluso para añadirlas a algunas preparaciones culinarias. Se descubrió que tiene propiedades nutrimentales por su riqueza en contenido proteico, de fibra, minerales, ácidos grasos poliinsaturados y fitoesteroles. Por este contenido nutrimental se considera un nutraceutico que lo lleva a ser incluido en la industria de alimentos, donde empresas están experimentando integrarla en diversas formas. En diversos estudios se están validando sus efectos benéficos para la salud, ya que tiende bajar el índice glucémico en sangre, el colesterol, es antiparasitaria y antiinflamatoria, por lo que hay estudios enfocados al uso de semillas de calabaza en pacientes con cáncer de próstata, lo que hace que se considere como un nutraceutico emergente (Patel, 2013).

Semilla De Girasol

Las semillas de girasol (*Helianthus annuus*) se considera un alimento muy nutritivo y energético, por su aporte de macro y micro nutrientes: Grasas: 51 g, Carbohidratos: 20 g, Proteínas: 21 g, Calcio: 78 mg, Hierro: 5,3 mg, Potasio: 645 mg, entre los que destacan su contenido de grasas insaturadas que ayudan a disminuir los niveles de colesterol a regular el sistema cardiovascular, su contenido proteico puede contribuir al aumento de masa muscular y a la regeneración de tejidos. Sus micronutrientes contribuyen a combatir la anemia, regulan el sistema nervioso y tienen efecto antioxidante, lo cual postula a la semilla de girasol como un excelente alimento para incluir en la dieta diaria (J.L.E, 2019) y su incorporación en diseño de alimentos.

Ajonjolí

El ajonjolí (*Sesamum indicum*) es una semilla pequeña, la planta se cultiva en abundancia en países del medio oriente, es originaria de la India y generalmente mide entre 60 a 150 cm y no exige muchas condiciones de clima y suelo para su crecimiento. Las semillas de ajonjolí son una excelente fuente de micronutrientes, contiene calcio, hierro, magnesio y zinc, también es una buena fuente de proteínas y de ácidos grasos omega 3 y 6, que reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Las semillas de ajonjolí son muy versátiles para incluirlas en diversas preparaciones, en la gastronomía mexicana se incluyen en platillos, desde salsas y aderezos hasta postres y panes (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024).

Cacahuete

El cacahuete (*Arachis Hypogaea*) es una planta oleaginosa que llegó a México en la época prehispánica, y actualmente se cultiva en todo el mundo. Es ampliamente usada en la gastronomía mexicana alimentos como galletas, panes, dulces, ensaladas, base para platillos y preparación de cremas untables.

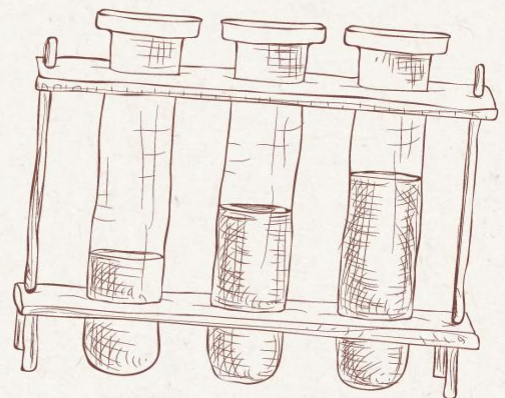
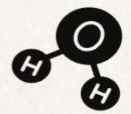
Arachis Hypogaea contiene diversos micronutrientes como el magnesio, ácido fólico, cobre, vitamina E y arginina, contiene en gran proporción ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) y poliinsaturados (principalmente linoleico). Por su contenido nutrimental, consumir cacahuete beneficia al sistema nervioso central, previene enfermedades del corazón y mejora la salud de la piel, por todo esto es muy recomendable el consumo de cacahuete en mujeres embarazadas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018).

Chía

Salvia hispánica, por su nombre científico es una planta nativa de México y varias zonas de Centroamérica. La Chía es una pequeña semilla con alto potencial nutricional, posee muchos beneficios a la salud. Es una semilla con alto contenido de ácidos grasos omega-3, proteínas, fibra y antioxidantes, por lo que puede ayudar a mejorar y prevenir las enfermedades cardiovasculares, ayuda en el proceso de digestión y disminuye los niveles de azúcar en sangre, popularmente es usada por otorgar sensación de saciedad (Carpintero, 2024).

Parte

Experimental



Materiales y Equipos:

Reactivos:

- Ácido Sulfúrico
- Fenol
- Ácido 3,5-Dinitrosalicílico
- Hexano
- Hidróxido de Sodio
- Peróxido de Hidrógeno
- Estabilizador mineral
- Alcohol polivinílico
- Reactivo de Nessler
- Cromato de Potasio
- Bicarbonato de Sodio
- Nitrato de Plata
- TKN Solución Indicadora (Ácido Propiónico y Agua Desmineralizada)
- Hidróxido de Potasio

Equipos:

- Agitador Magnético marca VWR
- Balanza analítica marca OHAUS modelo Explorer
- Espectrofotómetro marca HACH modelo 5000
- Estufa marca VWR
- Extractor de grasas marca HANON
- Digestor de Fibra marca LABCONCO
- Digestor HACH
- Mufla marca THERMOLYNE modelo 1400
- Parrilla de calentamiento
- Procesador de alimentos
- Refrigerador marca Samsung
- Termobalanza marca RADWAG modelo MA50X2A.
- Mini Vortex marca VWR

Metodologías

1. Diseño Experimental De La Galleta

1.1 Materia Prima:

El bagazo proviene de la elaboración de una cerveza tipo Kölsch de una cervecería artesanal local, con una humedad aproximada del 78%, por lo cual se dispone a secar los granos en una estufa de secado a una temperatura controlada de 60°C. En la **Figura 9** se muestra el bagazo húmedo donde se puede observar que los granos se encuentran aglomerados debido a la humedad que contiene y el seco donde se puede visualizar una mejor distribución del grano, para su posterior molienda.



(a)



(b)

Figura 9. Materia Prima. **a)** Bagazo húmedo. **b)** Bagazo seco.

1.2 Diseño Experimental De La Galleta:

Se diseñó una masa para la elaboración de 3 variantes de galletas, a partir de: Agua, hojuelas de Avena integral (molidas hasta harina), Bagazo de cerveza, Aceite de semilla de uva, Pimienta y Sal, además de los indicados en la **Tabla 1**, los cuales

aportan diferentes elementos nutraceuticos a cada variable de galleta denominada como **A**, **B** y **C**.

Tabla 1. Ingredientes adicionales a la masa y las cantidades o rangos utilizados para cada variable.

Galleta A	Ajonjolí (5 g hidratado y 5g seco)	Perejil (0.5 g)	Chile en polvo (1.5 g)	Fécula de maíz (10 g)
Galleta B	Chía (5 g hidratada y 5 g seca)	Orégano (0.2 -0.5 g)	Albahaca (0.2-0.5g)	N/A
Galleta C	Chile en polvo (1.2 g)	Orégano (0.1-0.5 g)	Ajo (0.3-0.6 g)	N/A

Se realizaron 15 pruebas hasta optimizar la cantidad de cada uno de los ingredientes en cada galleta, partiendo de una proporción 1:1 bagazo-avena y variando el contenido de sal (0.6-1.3 g), mientras que se mantuvo fijo el contenido de aceite (10 mL) y pimienta (0.5 g), se mezcla los ingredientes secos y después húmedos junto con los ingredientes buscando obtener una masa homogénea, la cual requería tiempo de reposo en frío, logrando mejores resultados a las dos horas de refrigeración. Al incorporar los ingredientes diferenciadores se ajustó la humedad, así como también las cantidades de bagazo-avena, obteniendo que la proporción 1:2 era la óptima para la galleta B y C, mientras que la galleta A requirió sustituir 1/3 de la cantidad de harina de avena por fécula de maíz, para mejorar su compactación y textura. Se adicionan las hierbas aromáticas, las cuales se optimizaron sus cantidades en base a las pruebas de aceptabilidad por las diez personas mencionadas. Con la mezcla homogénea de cada una de las variantes se procede a aplanar con un rodillo posteriormente adicionar los toppings superficiales en cada una de las tres variantes; un toque de semillas girasol y chile en polvo en la **galleta A**, semillas de calabaza para la **galleta B**, y en la última variante

cacahuete en trozos para la **galleta C**, se realiza el cortado de las galletas de forma circular con 4 cm de diámetro y 5mm de espesor, para después pasarlas a una charola y hornear por un tiempo aproximado de 30-35 min a 180°C.

2. Análisis Bromatológico

Preparación de la muestra para el análisis bromatológico:

Se realiza la molienda de la muestra en un procesador de alimentos hasta obtener una mezcla homogénea.

Se realiza el análisis bromatológico a:

- ❖ Bagazo
- ❖ Galleta A
- ❖ Galleta B
- ❖ Galleta C

2.1 Humedad:

Se colocaron aproximadamente 1 g de muestra dispersado en el plato metálico de la termobalanza previamente tarado, se registra el peso exacto y se inicia el programa de calentamiento hasta lograr una temperatura de 105 °C con un perfil de secado estándar hasta lograr peso constante, obteniendo el porcentaje de humedad.

2.2 Cenizas:

En crisoles a peso constante se colocaron alrededor de 1 g de muestra homogénea pesados en balanza analítica, se procede a una calcinación en seco utilizando mechero Mecker hasta descomposición de la materia orgánica **Figura 10 a** y posteriormente se introducen los crisoles a una mufla y se programa para lograr una

temperatura máxima de 700°C durante 4 horas, posteriormente una disminución a 100 °C **Figura 10 b** Una vez alcanzada esta temperatura se traspasa a un desecador y una vez a temperatura ambiente se pesa en balanza analítica. Esta prueba se realiza por duplicado (NMX-F-607, 2020).

Cálculo del porcentaje de cenizas con la siguiente formula:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{W_{\text{crisol+cenizas}} - W_{\text{crisol}}}{W_{\text{muestra}}} \times 100$$



Figura 10.

a) Muestra de calcinación primaria b) Cenizas

2.3 Carbohidratos Totales:

El método utilizado es fenol-sulfúrico (Lane-Eynon). Este método involucra la elaboración de una curva de calibración con base en la ley de Lambert-Beer, a partir de una solución estándar de 100 mg mL⁻¹ de glucosa en agua con un rango de 10 a 100 mg mL⁻¹.

La curva de calibración se preparó en tubos con rosca, adicionando 1 mL de la solución estándar y 1 mL de solución acuosa de Fenol al 5% m/v, se agita el tubo empleando un Vortex durante 1 minuto, posteriormente se le adicionan 5 mL de

ácido sulfúrico concentrado, se agita nuevamente en vortex y los tubos se mantienen en reposo durante 30 minutos, finalmente se realiza la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro a 488 nm, ajustado a cero con un blanco utilizando agua en lugar de muestra.

Se requiere preparar una solución con la muestra molida homogéneamente en agua y dejar lixiviando por 24 horas en refrigeración antes de su análisis. Los cálculos se realizaron usando la curva de calibración.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado de cada una de las disoluciones para la curva como de las muestras (NMX-F-312, 2016).

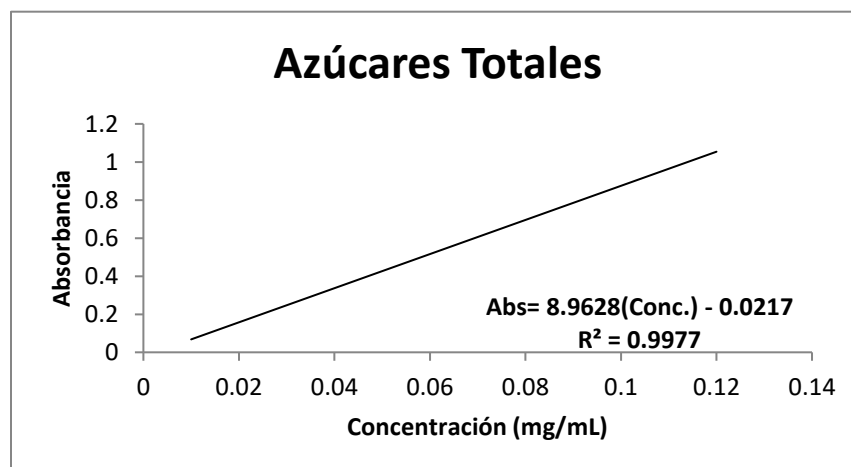


Gráfico 1. Curva de calibración para azúcares totales.

2.4 Determinación de Azúcares Reductores:

Son determinados por el método Miller, en el que gracias a que los azúcares reductores pueden reducir al ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS). Cuando los azúcares reductores entran en contacto con el reactivo DNS aplicando calor se desarrolla un cambio de coloración que puede ir desde tonalidades amarillas hasta café, dicha coloración es lo que nos ayuda a tomar una lectura de absorbancia.

El procedimiento involucra tomar 1 mL de la solución filtrada de las soluciones lixiviadas preparadas anteriormente para carbohidratos totales se adiciona 1 mL de la solución de DNS, se llevan a ebullición por 5 minutos en baño maría (se ilustra en la **figura 11**), inmediatamente después de esto se detiene la reacción pasando los tubos a un baño con agua con hielos. Posteriormente se adiciona a cada uno 5 mL de agua destilada, se agitan en vortex y se dejan en reposo a temperatura ambiente durante 15 minutos. Posteriormente se toma una lectura de absorbancia a 540 nm frente a un blanco preparado de la misma manera. La determinación se realiza por triplicado para cada una de las muestras, de igual manera se prepara la curva de calibración usando un estándar de glucosa en el rango de 0 a 1200 mg L⁻¹.

Se toman las absorbancias de cada una de las soluciones de concentración conocida y con esto se construye la curva de calibración.

Para determinar la concentración de azúcares reductores en cada muestra se interpretan las absorbancias en referencia a la curva de calibración, tomando en cuenta en el cálculo final la dilución realizada (NMX-F-312, 2016).



Figura 11.
a) Tubos en ebullición. **b)** Tubos después del vire de color.

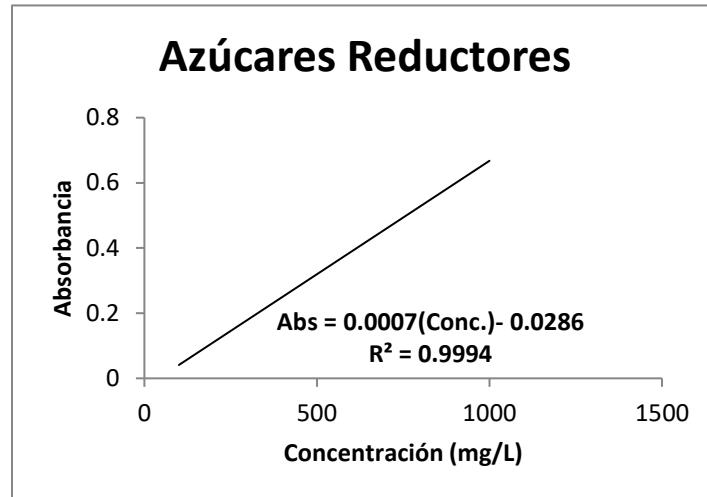


Gráfico 2. Curva de calibración para azúcares reductores.

2.5 Determinación de grasas y aceites:

Se utilizó un equipo de extracción de grasas marca Hanon ilustrado en la **Figura 12**, basado en el método soxhlet. Para este método se necesitan de 2 a 5 g de muestra del alimento seco, se colocan en un cartucho de papel filtro previamente pesado y etiquetado, y posteriormente en la canastilla metálica del equipo, la cual se inserta y se sujeta por imán. En los vasos recolectores de acero inoxidable (a peso constante) se adicionan 30 mL de n-hexano y se colocan en la plancha de calentamiento que es la base del equipo, se ajusta con el mecanismo de resortes integrado para evitar fugas. Se realiza la extracción a reflujo con el cartucho sumergido en el solvente durante 30 min, se separa del solvente y se continua hasta completar 3 horas. Después se cierra la llave para recolectar el solvente en el mismo equipo, se deja enfriar y se retiran los vasos. La grasa extraída se quedará depositada en los vasos recolectores, los cuales se mantendrán en una estufa para eliminar cualquier remanente de solvente. Los vasos se pesan y se calcula el porcentaje de grasa de la muestra. El método se realiza por duplicado para cada muestra (NMX-F-427, 2019).

$$\% \text{ Grasas} = \frac{W_{\text{vaso} + \text{grasa}} - W_{\text{vaso}}}{W_{\text{muestra}}} \times 100$$



Figura 12. Extractor de Grasas marca Hanon.

2.6 Determinación De Fibra Cruda:

La muestra desengrasada resultado de la extracción de grasas es la base para esta determinación. Se pesan entre 1 y 2 gramos de muestra se colocan en un vaso de precipitado (600 mL) especial para el digestor de fibra, se adicionan 200 mL de ácido sulfúrico a una concentración de 0.255 N y perlas de ebullición contadas. Se procede a colocar los vasos en el digestor que se muestra en la **Figura 13**, se encienden las parrillas y se controla la temperatura durante el reflujo, el cual durará 30 minutos a partir de que empiece la ebullición. Se filtra en caliente realizando lavados con agua destilada hasta llegar a un pH neutro. El residuo sólido se regresa al mismo vaso y se adicionan 200 mL de Hidróxido de sodio al 1.25% para comenzar la digestión básica, nuevamente por 30 minutos, al término de este tiempo nuevamente se filtra en caliente empleando un papel filtro cero cenizas previamente pesado. Se realizan lavados con agua destilada hasta pH neutro. Se disponen las aguas de lavado ácidas y básicas según corresponda. Se coloca el papel filtro en un vidrio de reloj y se seca en la estufa 105°C; una vez seco se pesa (W_s), posteriormente se coloca en un crisol a peso constante (W_{crisol}) para incinerarlo con mechero Mecker hasta calcinar el papel. Se transfiere el crisol a una mufla para terminar la calcinación por 4 Hr a 700°C, al terminar se registrar el peso del crisol y el residuo ($W_{\text{crisol}+\text{cenizas}}$) y se procede a realizar los cálculos correspondientes. Esta determinación se realiza por duplicado (NMX-F-090, 1978).



Figura 13. Digestor de Fibra marca LABCONCO

El porcentaje de fibra cruda se calcula con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Fibra Cruda} = \frac{W_{\text{residuo seco}} - W_{\text{cenizas}}}{W_{\text{muestra}}} \times 100$$

2.7 Determinación De Proteínas:

La determinación de proteínas en las muestras de alimentos se realiza por el método Nitrógeno Total Kjeldahl, para el cual se realiza una curva de calibración empleando estándares primarios de Nitrógeno.

Para el desarrollo del método se necesitan de 0.02 a 0.05 g de muestra, los cuales se transfieren a un matraz de digestión HACH de 100 mL, y se hidrata la muestra, se le adicionan 5mL de ácido sulfúrico concentrado. Se enciende el digestor y se

programa para alcanzar una temperatura de 440°C, al lograr dicha temperatura se coloca el matraz en el digestor durante 4 minutos de digestión, para después adicionar 10 mL de peróxido de hidrogeno al 30% en el embudo, se debe esperar a que se incorpore todo el peróxido de hidrogeno al matraz de digestión y al termino de este esperar 1 min para retirar el embudo y empaque del matraz y después retirar el matraz del digestor con ayuda de los dedos, se deja enfriar y el matraz se afora con agua destilada hasta llegar a los 100 mL. A partir de esta solución resultante de la digestión se toma 1 mL, se adiciona en una probeta especial para el método y se adiciona 1 gota de indicador TKN, y gota a gota de KOH a una concentración 8 N hasta observar una coloración azul, 1 gota de KOH a una concentración 1 N, hasta lograr una coloración azul permanente, se adiciona agua destilada hasta aforar a 20mL, para después añadir 3 gotas de estabilizador mineral, 3 gotas de alcohol polivinílico, y se afora a 20 mL, se agita por inmersión, se adiciona 1 mL de reactivo de Nessler y nuevamente se agita por inmersión. Se mantiene en reposo unos minutos y se mide absorbancia a una longitud de 460 nm y se interpreta en curva estándar como ABS vs TKN (mg L-1) (NMX-F-608, 2011).

Con las absorbancias obtenidas de las lecturas se calcula el contenido en mg de nitrógeno/L y posteriormente empleando un factor se obtiene el contenido de proteína en porcentajes de la muestra de alimento.



Figura 14. Digestor HACH

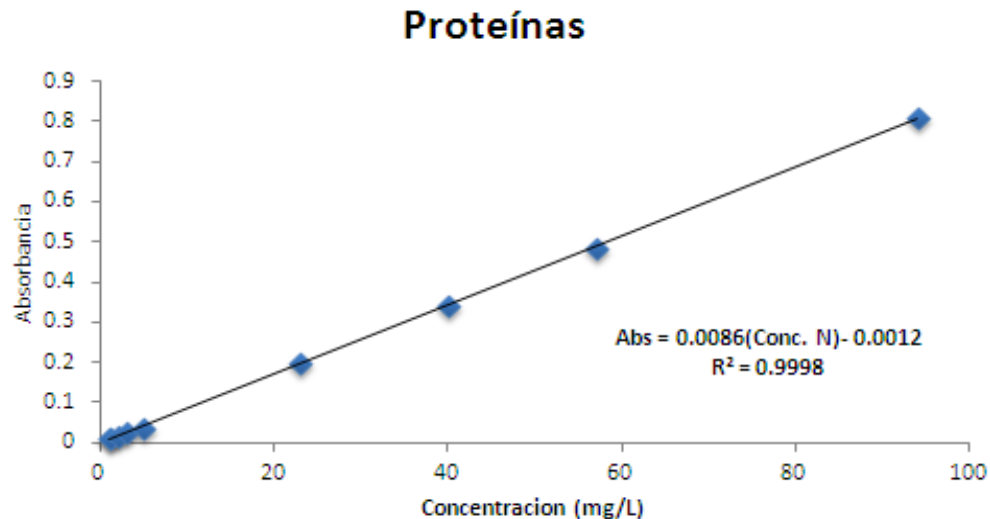


Gráfico 3. Curva de calibración para proteínas.

2.8 Determinación De Sodio Como Cloruro De Sodio:

Se utiliza el método de Mohr para la determinación de cloruros en la muestra lixiviada. Se toman 10-20 mL de la muestra lixiviada se adicionan 25 mL de agua destilada y 5 mL de cromato de potasio al 5% m/v y una pizca de bicarbonato de sodio, se agita y se titula con nitrato de plata $8.5543E^{-2}$ M.

La determinación se realiza triplicado y se corre un blanco (NMX-F-360, 2012).

3. Diseño De Encuestas De Aceptabilidad y Cartas De Consentimiento Informado.

En base al manuscrito encontrado “**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UNA INVESTIGACIÓN CLÍNICA**” de la Secretaría de Salud. Hospital General "Dr. Manuel Gea González" (Anexo 1) que establece que en una carta de consentimiento informado para una investigación que involucra humanos se deben incluir los siguientes criterios:

- Justificación y los objetivos de la investigación.
- Procedimientos en el proceso de experimento o encuestas y su propósito.
- Molestias o riesgos esperados.

Para este caso aplica informar al encuestado de los ingredientes de los alimentos y posibles alergias alimentarias, donde se le pide notificar al participante si ha presentado alergia a alguno de los componentes del alimento y abstenerse de participar en el estudio. De aceptar estará en total libertad de retirarse del estudio en cualquier momento informando al responsable del proyecto su decisión.

Se diseñó una encuesta de aceptabilidad del alimento, en donde se le pidió al participante datos generales como: sexo, edad y ocupación, como se muestra en la **tabla 2**, posteriormente se realizaron un par de preguntas sobre el consumo cotidiano de galletas en su alimentación.

Tabla 2. Datos generales solicitados al participante



ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD:

DATOS GENERALES DE LA PERSONA ENCUESTADA

Sexo: F () M ()

Edad: _____

Ocupación: _____

Si es estudiante indique el máximo de horas que permanece en la escuela un día: _____

En base una escala de likert se le pidió al encuestado evaluar principalmente el sabor, la textura, la forma y la presentación del alimento (los cuales se reportan en este trabajo), adicional a estas características también se proporcionaron otros datos como frecuencia en el consumo de galletas comerciales, por otra parte se le solicita que evalúe las tres galletas del estudio, considerando presentación, forma, tamaño, textura y sabor, por ultimo la posible inclusión de las galletas en la dieta diaria, número de galletas por empaque y una calificación general ilustrado en la **tabla 3.**

Tabla 3. Encuesta

PREGUNTAS:				
1.Acostumbra Incluir galletas saladas en su alimentación	NO	Escasamente	Moderadamente	Frecuentemente
2.Cuántas galletas ingiere en su porción	1-3	4-6	Más de 6	

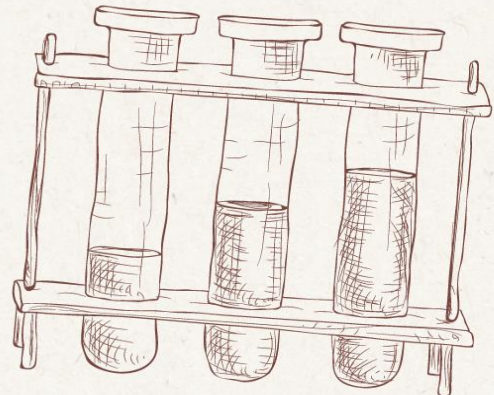
Respecto a la galleta que probó, conteste la siguiente serie de preguntas.

Indicaciones: Marque en el recuadro el número que más se ajuste a su respuesta: 1)Muy bajo/Total desagrado;

2) Bajo/Desagradable; 3) Ni bajo ni alto/Ni agradable ni desagradable; 4) Alto/ Agradable; 5) Muy alto/ Muy agradable

PREGUNTAS	Semilla de girasol	Semilla de calabaza	Cacahuete
3. ¿Cómo calificaría el sabor?			
4. ¿Cómo calificaría la textura?			
5. ¿Cómo calificaría la forma?			
6. ¿Cómo calificaría el tamaño?			
7. ¿Cómo calificaría la presentación?			
8. ¿Cuál considera que es el número de galletas adecuado por empaque?			

Resultados y Discusión



V. Discusión De Resultados

Las tres galletas diseñadas a partir del bagazo cervecero se muestran en la **figura 17** y los resultados del análisis bromatológico se muestran en la **Tabla 4**. Las galletas diseñadas tienen un peso promedio de 3 g. su apariencia es crujiente y apetitosa, al primer contacto con la galleta se percibe olor agradable a picante o especias italianas según corresponda. Tienen un tamaño práctico para acompañar bebidas y alimentos como snack, su forma circular permite que la galleta mantenga su integridad.



Figura 15. Fotografías de las galletas elaboradas.

Tabla 4. Resultados del análisis bromatológico por 100 g de muestra (aprox. 33 galletas):

	Galleta A (S. Girasol)	Galleta B (S. Calabaza)	Galleta C (Cacahuete)	Bagazo Original
Parámetro:				
Contenido energético	337.8 kcal (1414.3 kJ)	421.3 kcal (1763.9 kJ)	370.3 kcal (1550.37 kJ)	277.9 kcal (1163.51kJ)
Humedad	3.3	3.5	1.6	2.5
Proteínas	8.7	10.4	9.8	11.1
Carbohidratos Totales	22	27.6	28.5	29.9
Azúcares Reductores	10.0	10.4	12.3	13.1
Fibra	4.6	6.3	8	5.7
Grasas Totales	17.4	22.5	15.1	4.3
Cloruro Sodio (mg de NaCl/100g de muestra)	3200	2330	2740	250

Como resultado del análisis bromatológico para cada una de las galletas podemos observar que las galletas B y C presentan alto contenido de proteínas y fibra, aparte del aportado por el bagazo cervecero y la avena se debe al uso de semilla de calabaza y chíá, en la galleta C el aporte es por las proteínas presentes en cacahuete. La galleta C presenta menor contenido de grasa, aun cuando las grasas en la galleta A y B sean superiores a la galleta C ya que contienen semillas de girasol y calabaza respectivamente, aportando principalmente ácidos grasos linoleicos y oleicos, conocidos por sus beneficios a la salud.

Las tres versiones de galletas tienen distintos aportes nutrimentales (superiores a los que muestra el bagazo cervecero) proporcionados por los ingredientes que

contienen, algunos de los cuales son considerados nutraceuticos e inclusive superalimentos, esto no quiere decir que una galleta sea mejor que las otras, ya que las variaciones no son tan amplias.

Resultado De Encuestas De Aceptabilidad

Se le solicitó al participante que evaluará las galletas en base a una escala de Likert conforme a su sabor, textura, forma y presentación, otorgándole un puntaje o calificación en un rango del **1 al 5, donde 1 se refiere a “Muy Bajo/Total desagrado” y 5 se refiere a “Muy alto / Muy agradable”**

En la **gráfica 4** se muestran los resultados obtenidos con los valores promedio para cada uno de los parámetros evaluados en las encuestas realizadas a una muestra de 30 participantes aleatorios que van desde los 20 hasta los 70 años.

El alimento fue altamente aceptado por los participantes en el estudio, en promedio obteniendo una calificación mínima de 4.30 y máxima de 4.80 (promedios), considerando que se le solicitó a los participantes evaluar en una escala del 1 al 5 donde la gran mayoría optó por evaluar el alimento como “Muy agradable”, las calificaciones más altas fueron para la galleta con topping de cacahuete, seguidas de la galleta con topping de semilla de calabaza, en general comentaban que encontraban un buen equilibrio entre los sabores, así como una textura crujiente que fue de gran agrado para la muestra de participantes, afirmando que sería un alimento que incluirían en su dieta diaria.

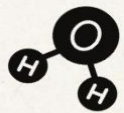


Gráfica 4. Gráfico de los resultados de las encuestas de aceptabilidad.

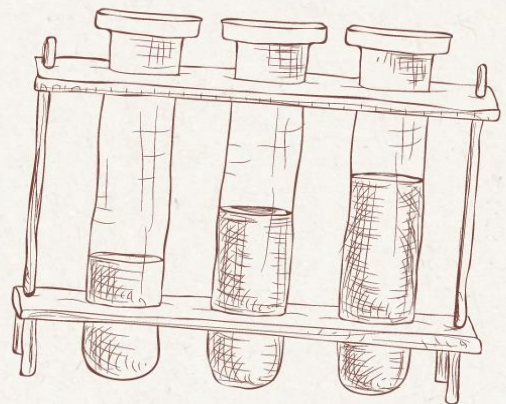
Trabajo A Futuro:

Este proyecto aún tiene mucho potencial para seguir trabajando, se propone realizar:

- Realizar un estudio de mercado para ver la factibilidad económica del proyecto.
- Realizar un perfil de ácidos grasos de cada una de las galletas.
- Un análisis de biodisponibilidad del alimento, para conocer específicamente los beneficios que obtiene el consumidor.
- Proponer un diseño para galletas dulces utilizando bagazo cervecero.
- Enriquecimiento de las nuevas variables de galletas con pre y probióticos.
- Aumentar el contenido proteico fortificando con diferentes fuentes veganas de proteínas.



Conclusiones

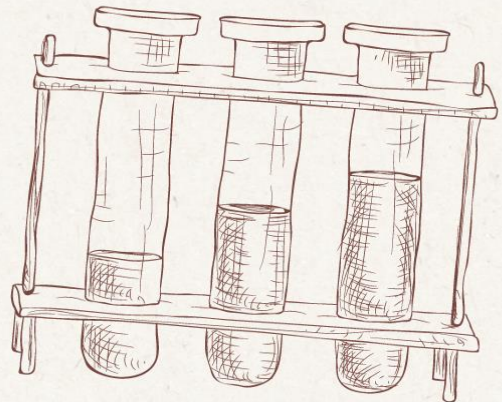
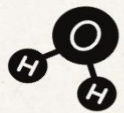


VI. Conclusiones

Con este trabajo se demuestra que el bagazo cervecero es un buen ingrediente base, como sustituto de harinas convencionales por su aporte nutricional y su adaptabilidad en cualquier receta para el diseño de alimentos funcionales.

Se obtuvieron tres versiones del alimento (galletas) a base de bagazo cervecero considerado como un residuo de la industria cervecera como materia prima en su elaboración, presentando muy buena aceptabilidad entre una muestra de participantes encuestados que evaluaron aspectos sensoriales de las galletas, así como también resultados muy favorables en el contenido nutrimental de las galletas, al aumentar el aporte nutrimental del alimento comparado con el del bagazo original o la avena, creando una sinergia entre los ingredientes seleccionados para elaborar las galletas. Ofreciendo así una buena opción como snacks nutritivos, prácticos y de muy buena calidad al consumidor que ofrece diversos beneficios a la salud gracias a los ingredientes nutracéuticos y superalimentos empleados en el diseño de la receta.

Referencias



VII. Referencias

- ❖ Aggett, P. J. (2009). The process for the assessment of scientific support for claims on food. *European Journal of Nutrition*, 48 Suppl 1(S1), S23-6. Recuperado 4 de Octubre 2024. <https://doi.org/10.1007/s00394-009-0072-4>
- ❖ Barrera Martínez Iliana del Carmen, (diciembre 2019) Revalorización de residuos de la industria cervecera. Ciatej.mx. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Revalorizacion-de-residuos-de-la-industria-cervecera/148>
- ❖ Carpintero Angulo, A. (2024, abril 3). Chia: Beneficios Para La Salud, Beneficios Y Propiedades. Farmacia Angulo. <https://blog.nutricionyfarmacia.com/dietetica/alimentos/chia-propiedades/>
- ❖ Carrillo Danay, Saldarriaga Sara (2024) Bagazo cervecero: desecho que se transforma en etanol y pizza. (2024, abril 27). TecScience, Tecnológico de Monterrey. <https://tecscience.tec.mx/es/divulgacion-ciencia/bagazo-cervecero/>
- ❖ Cedrón Carlos. (2013) La molécula destacada: Capsaicina. Revista de Química Pontificia Universidad Católica de Perú, Vol. 27, n°1-2 Pagina 7 y 8
- ❖ Chávez Chávez, JL, Quezada Tristán, T., Olmos Colmenero, J. de J., Palma García, JM, & Haubi Segura, CU (2023). Análisis de bagazo de cervecería de como ingrediente en la ración de ganado bovino lechero. Archivos latinoamericanos de producción animal, 31 (Suplemento), 243–247. <https://doi.org/10.53588/alpa.310542>

- ❖ Cluster Industrial, 2021, *¿Cuál es el valor de la agroindustria cervecera mexicana?* (s/f). Cluster Industrial. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3085/cual-es-el-valor-de-la-agroindustria-cervecera-mexicana>
- ❖ Cortex. (2024, septiembre 7). *Países principales productores de cebada a nivel mundial: Ranking y estadísticas actuales.* [cervezaartesana.org. https://cervezaartesana.org/paises-principales-productores-de-cebada-a-nivel-mundial-ranking-y-estadisticas-actuales/](https://cervezaartesana.org/paises-principales-productores-de-cebada-a-nivel-mundial-ranking-y-estadisticas-actuales/)
- ❖ García, Á. (2019, agosto 3). *La mejor cerveza artesanal de México se produce en Tijuana: RateBeer.* Forbes México. Recuperado 23 de Julio 2023 <https://www.forbes.com.mx/forbes-life/tijuana-se-consolida-como-la-capital-cervecera-de-mexico/>
- ❖ García-Silvera, E. E. (2018). *Nutraceuticos una opción para la salud en el siglo XXI. Conecta Libertad*, 2(1), 1–10. <https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/50/146>
- ❖ Innovación alimentaria, (2023, octubre 29), *¿Qué es un alimento funcional?* Blog; Innovación Alimentaria. Recuperada 8 de octubre. <https://innovacionalimentaria.es/nutricion/que-es-un-alimento-funcional-oms-y-beneficios/>
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2020. *Conociendo la Industria de la cerveza.* Org.mx. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de https://www.inegi.org.mx/tablerosestadisticos/industria_cerveza/

- ❖ ISSN: 1012-3946, Recuperado 7 de octubre de 2024, <file:///C:/Users/FCQI/Downloads/7590-Texto%20del%20art%C3%ADculo-29793-2-10-20140326.pdf>

- ❖ J.L.E (2019) Semillas de girasol: propiedades, beneficios y valor nutricional, La vanguardia. Recuperado: 13 de octubre 2024. <https://www.lavanguardia.com/comer/frutos-secos/20190520/462274633907/semillas-girasol-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>

- ❖ Juárez, C. (2021, octubre 6). Cifras de la industria: consumo y producción de cerveza en México. THE LOGISTICS WORLD | Conéctate e inspírate; THE LOGISTICS WORLD. <https://thelogisticsworld.com/manufactura/cifras-de-la-industria-consumo-y-produccion-de-cerveza-en-mexico/>

- ❖ NMX-F-090-S-1978. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA EN ALIMENTOS. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979#gsc.tab=0

- ❖ NMX-F-312-NORMEX-2016, ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES EN ALIMENTOS Y BEBIDAS NO ALCOHÓLICAS-MÉTODO DE PRUEBA https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5495910&fecha=01/09/2017#gsc.tab=0

- ❖ NMX-F-608-NORMEX-2011, ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS EN ALIMENTOS-MÉTODO DE ENSAYO (PRUEBA)

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5360486&fecha=18/09/2014#gsc.tab=0

- ❖ NMX-F-360-NORMEX-2012. ALIMENTOS DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CLORUROS.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5296969&fecha=24/04/2013#gsc.tab=0

- ❖ NMX-F-427-NORMEX-2019-ALIMENTOS-DETERMINACIÓN DE GRASA (MÉTODO GRAVIMÉTRICO POR HIDRÓLISIS ÁCIDA)-MÉTODO MOJONNIER-MÉTODO DE PRUEBA.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5590350&fecha=25/03/2020#gsc.tab=0

- ❖ NutriCare, (2022, mayo 11). *Alimentos funcionales; qué son y qué beneficios aportan.* Recuperado: 27 septiembre 2024.
<https://www.nutricare.es/nutricion/alimentos-funcionales-que-son-y-que-beneficios-aportan/>

- ❖ Organización Mundial de la Salud. O.M.S. (nov., 2023) Aditivos alimentarios. Who.int. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

- ❖ Organización mundial de la salud. O.M.S. (Sep., 2023). *Enfermedades no transmisibles.* Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>

- ❖ Organización Mundial de la salud., O. M. S. (2019). *CODEX ALIMENTARIUS: NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS.*

CODEX STAN 192-1995. Recuperado 30 de septiembre 2024
https://www.fao.org/gsfaonline/docs/CXS_192s.pdf

- ❖ Patel, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: a review on status quo and scopes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(3), 183–189. <https://doi.org/10.1007/s12349-013-0131-5>
- ❖ Procuraduría Federal del Consumidor. Boletín de prensa (2020) *Informa Profeco sobre colorantes artificiales en los alimentos*. gob.mx. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.gob.mx/profeco/prensa/informa-profeco-sobre-colorantes-artificiales-en-los-alimentos>
- ❖ Reyes-Munguía, A., Zavala-Cuevas, D., & Alonso-Martínez, A. (2012). Perejil (*Petroselinum crispum*) Compuestos químicos y aplicaciones. *Revista Académica de Investigación*, 11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7323797>
- ❖ Rico Daniel, A. B. M. D. (2023). Nutraceuticos y alimentos funcionales aliados para la salud: la necesidad de un diseño “a medida”. *Nutrición Clínica en Medicina*, 103–118. Recuperado 30 de septiembre 2024. <https://nutricionclinicaenmedicina.com/wp-content/uploads/2023/07/1.-NUTRACEUTICOS.pdf>
- ❖ Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, (diciembre, 2018). Biografía del cacahuate. Recuperado el 13 de octubre 2024, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/biografia-del-cacahuate>
- ❖ Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, (enero 2024). *El Ajonjolí y sus maravillas para la salud*. gob.mx. Recuperado el 13 de octubre de 2024, de

<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/el-ajonjolito-y-sus-maravillas-para-la-salud>

- ❖ Suasty, M. C. (2021). Obtención de un snack tipo totopo a base de harina generada a partir del grano gastado del mosto cervecero de la empresa “Laguna Verde”. UNIVERSIDAD MARIANA. <https://repositorio.umariana.edu.co/handle/20.500.14112/28079#page=29>
- ❖ Takooree, H., Aumeeruddy, M. Z., Rengasamy, K. R., Venugopala, K. N., Jeewon, R., Zengin, G., & Mahomoodally, M. F. (2019). A systematic review on black pepper (*Piper nigrum* L.): from folk uses to pharmacological applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(sup1), S210-S243. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1565489>
- ❖ The food Tech, (octubre 6, 2024) *Sabor picante y salud: Tendencias y desafíos en el desarrollo de productos saludables y funcionales*. (2024, octubre 6). THE FOOD TECH - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas; THE FOOD TECH. Recuperado 7 de octubre de 2024 <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/sabor-picante-y-salud-tendencias-y-desafios-en-el-desarrollo-de-productos-saludables-y-funcionales/>
- ❖ Turrini, E. Overview of the Anticancer Potential of the “King of Spices” *Pipernigrum* and Its Main Constituent Piperine. MDPI. <https://www.mdpi.com/2072-6651/12/12/747>

Bibliografía Libros

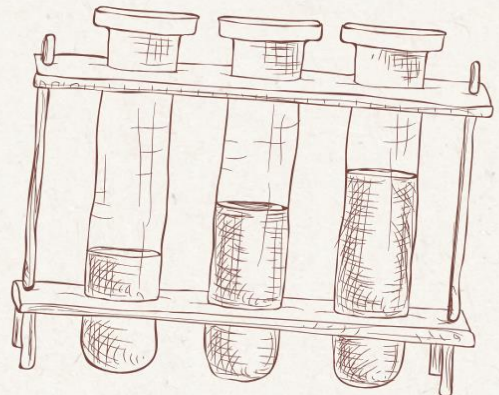
- ❖ Ansari S, Chauhan B, Kalam N, Kumar G. Current Concepts and Prospects of Herbal Nutraceutical: A Review. J Adv Pharm Technol Res. 2013; 4:4-8.
- ❖ De Felice SL. The Nutraceutical Revolution: Its Impact on Food Industry R&D. Trends Food Sci Technol. 1995; 6:59-61.
- ❖ Del Villar Ruiz, J. A., & Herráiz, E. M. (2010). *Guía de plantas medicinales del Magreb. Fundación Dr. Antoni Esteve.*
- ❖ Gómez, R. F. (2023). *Plantas medicinales y otros recursos naturales aprobados en Colombia con fines terapéuticos* (Universidad de Antioquia, Ed.). <https://books.google.com.mx/books?id=Uh31EAAAQBAJ&lpg=PT42&dq=%20albahaca&lr&hl=es&pg=PA2002#v=onepage&q=albahaca&f=false>
- ❖ Sánchez, J. C. G. (2014). *Cerveza Mexicana: Antología de un arte efervescente.* Ilustra.
- ❖ Zilliken, Monica. (2012). *Diccionario de especias: Procedencia. Efectos. Usos.* Botánica & Gastronomía, NGV.

Bibliografía imágenes:

- ❖ ¿Cuál es el valor de la agroindustria cervecera mexicana? Cluster Industrial. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3085/cual-es-el-valor-de-la-agroindustria-cervecera-mexicana>
- ❖ Cronología de la historia de la fermentación. Líneas de tiempo de Timetoast. Recuperado el 5 de octubre de 2024, de <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-fermentacion-84996c9c-47cb-41fd-b70c-a1e4fbc16e68>
- ❖ https://entresemillas.com/2246-medium_default/pimienta-negra-planta.jpg
- ❖ *The ultra-premium beer served in stemless champagne flutes.* (2014, octubre 27). 2luxury2.com. <https://www.2luxury2.com/guinness-the-1759-the-ultra-premium-beer-served-in-stemless-champagne-flutes-to-maximize-the-flavor/>
- ❖ Centro Nacional de Información Biotecnológica (2024). Resumen de compuestos de PubChem para CID 1548943, capsaicina. Recuperado el 14 de octubre de 2024 de <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Capsaicin>.
- ❖ Cómo hacer cerveza artesanal paso a paso. (2021, marzo 17). Clarín. https://www.clarin.com/gourmet/como-hacer-cerveza-artesanal-paso-paso_0_fD9E2sOyo.html
- ❖ <https://www.consejosparamihuerto.com/wp-content/uploads/2020/06/el-cultivo-de-la-pimienta.jpg>



Anexos



VIII. Anexos

Anexo 1.

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UNA INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Subdirección de Investigación Biomédica, División de Investigación Clínica.

Instrucciones:

El texto sombreado le guiará para cumplir con los lineamientos legales y éticos de la carta de consentimiento informado para participar en una investigación, posteriormente borre lo sombreado **IMPORTANTE**. Explique siempre que sea posible los términos médicos o técnicos, puede escribir entre paréntesis los sinónimos coloquiales Ejemplo: se practicará una cirugía (operación), que puede provocar fiebre (calentura).

Secretaría de Salud. Hospital General "Dr. Manuel Gea González".

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

De acuerdo con las disposiciones contenidas en la Ley General de Salud, Título Quinto "Investigación para la Salud", Capítulo Único, artículo 100, fracción IV; así como del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, Título Segundo "De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos" Capítulo I, Disposiciones Comunes, artículo 13 que señala que en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberán prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar, artículos 14 fracción V, 20, 21 y 22 de dicho Reglamento; y, de conformidad con los principios éticos contenidos en la Declaración de Helsinki, se me ha explicado e informado que:

I. La justificación y los objetivos de la investigación. Describa la razón de la inclusión de la persona en el protocolo así como el objetivo en palabras claras. Ejemplo: Se me ha explicado que padezco la enfermedad "A" y que se me propone participar en el proyecto para estudiar el tratamiento "B" como una posible alternativa para mi padecimiento.

II. Los procedimientos que vayan a usarse y su propósito, incluyendo la identificación de los procedimientos que son experimentales. Describa los procedimientos que involucran la razón del consentimiento, principalmente los que son adicionales al estudio/tratamiento del padecimiento y si representan riesgo o con posibles complicaciones. Ejemplo: Se me ha informado que se tomarán "X" muestras de sangre de "tal cantidad", esta toma es adicional al estudio que requiere mi enfermedad. Además se me practicarán mediciones corporales que son totalmente inofensivas

III. Las molestias o los riesgos esperados, cómo y quién las resolverá. Describa las posibles complicaciones y/o efectos secundarios, a corto y largo plazo, cuál sería el tratamiento y quién cubrirá los gastos. Ejemplo: Se me explicó que la toma de sangre de x ml (una jeringa pequeña) y que puede dar como resultado moretones, sangrados e infección, estos se resolverán con las indicaciones del médico en término de una o 2 semanas.

IV. Los beneficios que puedan observarse. Describa la aportación al conocimiento del estudio y posibles ventajas del tratamiento para el paciente. Ejemplo: Los resultados de este estudio ayudarán a determinar el mejor tratamiento de la enfermedad en mi caso y el de otros pacientes.

V. Los procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el sujeto. En caso de estudios comparativos en los que el sujeto puede pertenecer a diferentes grupos de tratamiento o a un grupo control, aclarar al interesado que existen otras alternativas de estudio/tratamiento, en caso de que decida no participar en el mismo. Ejemplo: Se me explicó que dependiendo de un sorteo puedo participar en un grupo que reciba el medicamento "A" o no recibir ningún tratamiento, sin que esto afecte necesariamente el curso de mi enfermedad.

VI. La garantía de recibir respuesta a cualquier pregunta y aclaración. Garantice que se resolverá cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento del sujeto. Ejemplo: Se me ha asegurado que puedo preguntar hasta mi complacencia todo lo relacionado con el estudio y mi participación

VII. La libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio, así como el compromiso de notificar esta decisión a los responsables del proyecto. Manifieste que puede retirarse en cualquier momento sin que por ello se creen prejuicios para continuar su cuidado y tratamiento; Ejemplo: Se me aclaró que puedo abandonar el estudio en cuanto yo lo decida, sin que ello afecte mi atención de parte del médico o del hospital

VIII. **Privacidad y Anonimato.** La seguridad de que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad, autorizando en su caso la publicación científica de los resultados. Ejemplo: Autorizo la publicación de los resultados de mi estudio a condición de que en todo momento se mantendrá el secreto profesional y que no se publicará mi nombre o revelará mi identidad.

IX. **El compromiso de proporcionarle información actualizada obtenida durante el estudio aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando.** En caso de se presenten eventos negativos o suficiente evidencia de efectos positivos que no justifiquen continuar con el estudio, se informará oportunamente aunque esto represente el retiro prematuro de la investigación. Ejemplo: En caso de que presente algún malestar debido al medicamento, se me brindará lo oportunidad de cambiar a otro o en su caso abandonar el estudio y así poder recibir la mejor alternativa para mi tratamiento.

X. **La disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho, por parte de la institución de atención a la salud, en el caso de daños que la ameriten, directamente causados por la investigación.** En caso de que investigador brinde el tratamiento o medicamentos aclare si será gratuitamente y durante cuánto tiempo se hará, también describa la indemnización que se brindará en caso de que se presenten secuelas provocadas por el estudio. Ejemplo: Los antibióticos serán proporcionados gratuitamente por el laboratorio "farmacéutico involucrado" durante el tiempo que dure mi enfermedad, se me aclaró también que en caso de que presentara algún problema derivado del tratamiento de este estudio el laboratorio farmacéutico garantiza una indemnización o seguro médico por "xxx" cantidad.

XI. **Que si existen gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto de la investigación.** Especifique si se cobrarán o no estudios correspondientes al estudio/tratamiento del paciente y si éstos son requeridos solo para efectos del estudio declare que no se cobrarán al paciente. Ejemplo: Los estudios de laboratorio que se practicaran serán cubiertos por el laboratorio farmacéutico.

Con fecha _____, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas las dudas que surgieron con respecto a mi participación en el proyecto, yo _____ con número de expediente _____ acepto participar en el estudio titulado:

Escriba aquí el título del protocolo

Nombre y firma del paciente o responsable legal

La firma puede ser sustituida por huella digital en los casos que así lo ameriten

Nombre, y firma del testigo 1

Dirección

Relación que guarda con el paciente

Nombre, y firma del testigo 2

Dirección

Relación que guarda con el paciente

Nombre y firma del Investigador Principal

Nombre y firma de quien aplica el consentimiento informado

Este documento se extiende por triplicado, quedando un ejemplar en poder del sujeto de investigación o de su representante legal y el otro en poder del investigador, así mismo es obligatorio integrar al expediente clínico una copia del mismo, anexando una nota donde se especifique que el sujeto de estudio esta participando en el protocolo (señalando título y número de registro y nombre del investigador responsable). Queda entendido que la Dirección de Investigación, o los Comités podrán requerir este documento en cuanto lo consideren necesario. Este documento deberá ser conservado por el investigador responsable durante un mínimo de 5 años.

Para preguntas o comentarios comunicarse con el Dr. Pablo Maravilla Campillo (01 55) 4000-3000 Ext 8216 Presidente del Comité de Investigación o con el Dr. Samuel Weingerz Mehl, Presidente del Comité de Ética en Investigación al (01 55) 4000-000 Ext-3631

Señalar versión y fecha de este documento

Anexo 2.

Trabajos presentados:

Este trabajo fue presentado en el XXXV Congreso nacional de Química Analítica en el marco del XXV Simposio estudiantil en la modalidad de cartel, en las instalaciones de la Benemerita Universidad Autónoma de Puebla del 18 al 22 de Septiembre del 2023.

XXXV CONGRESO NACIONAL DE QUÍMICA ANALÍTICA

XXV SIMPOSIO ESTUDIANTIL DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE QUÍMICA ANALÍTICA

La Asociación Mexicana de Química Analítica y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla otorgan la presente

CONSTANCIA

A

Gloria Menchaca Espinoza, María Del Pilar Haro Vázquez*, Eugenia Gabriela Carrillo Cedillo

Por la presentación del trabajo en modalidad cartel:

"ANÁLISIS NUTRIMENTAL DE UN ALIMENTO FUNCIONAL A BASE DE BAGAZO CERVECERO ADICIONADO DE NUTRACÉUTICOS."

En el marco del XXXV Congreso Nacional de Química Analítica y XXV Simposio Estudiantil celebrado del 18 al 22 de septiembre de 2023

Dr. Luis Ángel Aguilar Carrasco
Secretario Académico de la FCQ-BUAP

Dra. Eugenia Gabriela Carrillo Cedillo
Presidenta de la Asociación Mexicana de Química Analítica

AMQA ASOCIACIÓN MEXICANA DE QUÍMICA ANALÍTICA

BUAP

Análisis Nutricional de un alimento funcional a base de bagazo cervicero adicionado de nutraceuticos.

Gloria Menchaca Espinoza, María Del Pilar Haro Vázquez*, Eugenia Gabriela Carrillo Cedillo

a.P.V. Del Álamo No. 38 Fracc. Hacienda Santa María, C.P. 22243 Tlaxiaco, B.C., Tel: +52 (964) 789 3725, e-mail: menchaca.gloria@uabq.edu.mx
 b. c/ Universidad Autónoma de Baja California - Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería - Campus Universidad No. 14418 Paseo Industrial Internacional C.P. 22395, Tlaxiaco B.C. México. Tel: +52 (664) 120 33 71, e-mail: plaharo@uabc.edu.mx, gaby@uabc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Tlaxiaco B.C. es considerada como la capital de la cerveza artesanal de México, por sus cervecas artesanales gracias a su variedad y diversidad de sus cervezas artesanales [1]. Estas cervezas generan grandes cantidades de residuos al 80%, el residuo es mayor conocido en el campo cervecero, es el cual representa el 60% de los residuos generados por esta industria.

El bagazo cervicero contiene un mayor porcentaje de *Hesperidin* y *Quercetin*, en un nivel considerable conocido como *caballo*, su aporte nutricional es importante, ya que contiene proteínas, fibra soluble, vitaminas minerales y fibra de grano B, se considera un subproducto que genera una gran cantidad de fibra que contribuye en el proceso de digestión de carbohidratos, mejora el perfil lipídico en sangre, así como también reduce el índice glucémico en sangre [2], lo cual posibilita a la sociedad como un gran ingrediente para el diseño de un alimento funcional.

El análisis nutricional de alimentos o snacks saludables es complicado entre las otras del mercado, en la mayoría de los casos la información nutricional de los fabricantes es vaga y se muestran series subjetivas, enfocadas al alimento, como lo pueden ser: *malabarinos*, *chocolates*, *sopas*, *barritas*, *conservas*, *artificialmente*, entre otros, los cuales tienen efectos dañinos a largo plazo en la salud del consumidor, lo importante realizar el análisis bromatológico de las galletas diseñadas, para establecer su aporte nutricional.

PARTE EXPERIMENTAL

Se preparó la muestra base para cada galleta, se adicionó los nutraceuticos en las 3 galletas y se horneó a 180 °C por aproximadamente 40 min.

Componente	Residuo de bagazo cervicero	Residuo de bagazo cervicero + Hesperidin	Residuo de bagazo cervicero + Quercetin
Proteína	10.5%	10.5%	10.5%
Carbónhidrato	65.0%	65.0%	65.0%
Grasa	15.0%	15.0%	15.0%
Fibra	10.0%	10.0%	10.0%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres galletas diseñadas a partir del bagazo cervicero se muestran en la figura 2 y los resultados de análisis bromatológico se muestran en la tabla 2.

Componente	Galleta A	Galleta B	Galleta C
Proteína	10.5	10.5	10.5
Carbónhidrato	65.0	65.0	65.0
Grasa	15.0	15.0	15.0
Fibra	10.0	10.0	10.0

Con los resultados del análisis bromatológico para cada una de las galletas podemos observar que las galletas B y C presentan alto contenido de proteínas y fibra, aporte del aporte de los bagazos cerviceros y a su vez se debe a uso de harina de calabaza y chía, en la galleta C el aporte es por las proteínas presentes en el cacao. La galleta C presenta menor contenido de grasas. Las galletas A y B presentan mayor contenido de grasas principalmente por el aporte de azúcar, grasas trans y aceites que provienen de las galletas de grano y calabaza respectivamente. Las tres versiones de galletas tienen distintos aportes nutrimentales proporcionados por los ingredientes que contienen, algunas de los cuales son consideradas nutraceuticos e inclusive superalimentos, esto no quiere decir que una galleta sea mejor que las otras, ya que los nutraceuticos no son medicamentos.

El análisis fue elaborado siguiendo los procedimientos en el estándar, se promedió obteniendo una variación mínima de 4.30 y máxima de 4.80, resultado que "Muy agradable", un coeficiente de variación menor que el aceptado en análisis bromatológico se obtiene galletas con contenido nutrimental de buena calidad y que puede ser usado como snack que aporta beneficios a la salud por sus propiedades nutraceuticas y superalimentos amigables en el diseño de la receta. El siguiente paso es cada investigador realizar el estudio de mercado y hacer el negocio basado a la alta aceptación de las galletas elaboradas.

El análisis del bagazo cervicero un contenido de proteína y fibra del 11 y 6% respectivamente, mientras que de las tres galletas elaboradas la galleta B y C presentan alto contenido de proteínas (10.5 y 10.5) y fibra (10 y 10) respectivamente.

CONCLUSIONES

Se elaboraron tres versiones de alimentos (galletas) a base de bagazo cervicero con diferentes tipos de ingredientes de nutraceuticos. El uso de estos tipos de ingredientes en su elaboración. Los resultados muestran que las participantes exploraron con muy buena aceptabilidad y control de elaboración, laboralmente de acuerdo al análisis bromatológico se obtiene galletas con contenido nutrimental de buena calidad y que puede ser usado como snack que aporta beneficios a la salud por sus propiedades nutraceuticas y superalimentos amigables en el diseño de la receta. El siguiente paso es cada investigador realizar el estudio de mercado y hacer el negocio basado a la alta aceptación de las galletas elaboradas.

REFERENCIAS

[1] García, L. *La mejor cerveza artesanal de México se produce en Tlaxiaco*. Puebla: Puebla, D.F. 2010. <https://www.pueblica.com.mx/2010/05/18/la-mejor-cerveza-artesanal-de-mexico-se-produce-en-tlaxiaco/>. Consultado el 21 de mayo 2023.