

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ELABORACIÓN DE UNA GALLETA A PARTIR DE RESIDUOS DEL CACAO
(*Theobroma cacao L.*), HARINA DE ALGARROBO (*Ceratonia siliqua L.*) Y
HARINA DE AVENA (*Avena sativa*)

POR:

EDUARDO JOSÉ ZUNIGA ZUNIGA

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

Mayo, 2025

ELABORACIÓN DE UNA GALLETA A PARTIR DE RESIDUOS DEL CACAO
(*Theobroma cacao L.*), HARINA DE ALGARROBO (*Ceratonia siliqua L.*) Y
HARINA DE AVENA (*Avena sativa*).

POR:

EDUARDO JOSÉ ZUNIGA ZUNIGA

Asesor principal

M. Sc. NAIROBY SEVILA CARDOSO

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

Mayo, 2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la sabiduría y fuerza, guiándome siempre en el trayecto de mi vida.

A mis padres José Alexis Zuniga Sandres y María Alicia Zuniga Ramírez por estar para mí, por haber depositado su confianza su amor y su anhelo, brindándome su apoyo incondicional en cada momento. A mis hermanos por brindarme su apoyo y motivándome en todo momento.

A mis grandes amigos: Junior Flores, Junior Domínguez y Alex Domínguez por estar presentes en cada etapa de este camino, por las risas compartidas, el apoyo incondicional y por demostrar que la verdadera amistad no solo acompaña, sino que también impulsa.

A mi novia Lisbeth Marilin Espinoza Méndez, por estar a mi lado en cada paso de este camino, por tu apoyo incondicional, tus palabras de aliento en los momentos difíciles y tu sonrisa que siempre me devuelve la calma.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por guiarme en todo momento, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Agradezco a mi padre José Alexis Zuniga Sandres, a mi madre María Alicia Zuniga Ramírez, por brindarme ánimos para poder seguir adelante y también por su apoyo económico. A mis hermanos Cindy Zuniga, Alexis Zuniga, Nicolle Zuniga y Orlin Zuniga, por apoyarme y motivarme en todo momento.

Le doy mi sincero agradecimiento a mi asesora principal, M.Sc. Nairoby Sevilla Cardoso, por su colaboración y orientación y brindarme de su tiempo, en donde sus consejos y ayuda profesional fue crucial en todo momento. Así mismo agradezco a mis demás asesores P.hD. Emerson Josué Martínez y M.Sc. Wilson Alexander Martínez por su apoyo en este trabajo de investigación.

Agradezco mi novia Lisbeth Marilyn Espinoza Méndez, por acompañarme con amor, paciencia y comprensión a lo largo de este proceso. Tu presencia ha sido un pilar fundamental en mi vida, brindándome apoyo emocional en los momentos más exigentes y celebrando conmigo cada pequeño logro.

Agradecer a mis grandes amigos: Alex Domínguez, Junior Flores, Junior Domínguez y, por su amistad incondicional, por estar presentes en cada etapa de este camino.

CONTENIDO

RESUMEN	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo general.....	5
2.2. Objetivos específicos	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
3. Variedades del cacao	6
3.1. Clasificación taxonómica del cacao	6
3.1.1. Derivados del cacao	7
3.1.2. Propiedades y usos médicos.....	8
3.1.3. Producción mundial del Cacao.....	8
3.1.4. Producción Nacional del Cacao	9
3.2. Cascarilla de cacao.....	10
3.2.1. Beneficios del consumo de la cascarilla de cacao	10
3.2.2. Propiedades de la cascarilla de cacao.....	11
3.2.4. Proceso de obtención de la cascarilla de cacao	12
3.3. Algarrobo.....	12
3.3.1. Origen.....	13
3.3.2. Valor nutricional	13
3.4. Harina de algarrobo	14
3.5. Harina de avena.....	15

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4.1. Ubicación de la investigación	18
4.2. Materiales y equipo.....	18
4.3. Metodología general de investigación	18
4.3.1. Etapa 1. Desarrollo de las formulaciones de galletas con cascarilla de cacao.....	18
4.3.2. Justificación de las proporciones utilizadas en la formulación.....	19
4.3.3. Flujograma de proceso	20
4.5. Etapa 2: Evaluar las características microbiológicas	21
4.6. Etapa 3: Determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos.....	21
4.6.1. Diseño experimental	22
Índice de aceptabilidad Sensorial	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
5.1. Elaboración de la galleta.....	23
5.2. Análisis microbiológicos.....	23
5.2.1. Evaluación microbiológica de las muestras	23
5.2.2. Análisis microbiológicos de Coliforme totales y fecales.....	25
5.3. Análisis sensoriales.	26
5.3.1. Gráfica de aceptabilidad de las galletas	28
5.3.2. Índice de aceptabilidad general.....	29
VI. CONCLUSIONES	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción taxonómica del cacao.....	7
Tabla 2. Composición química del algarrobo	13
Tabla 3. Macronutrientes de harinas de algarrobo	14
Tabla 4. Micronutrientes en harinas de algarrobo.....	15
Tabla 5. Composición química de la avena	16
Tabla 6. Comparación valores nutricionales de la harina de trigo y avena	17
Tabla 7. Formulaciones para galletas en porcentajes.....	19
Tabla 8. Resultado de análisis microbiológicos para salmonella spp	24
Tabla 9. Resultado de análisis microbiológicos para coliformes totales y fecales	25
Tabla 10. Nivel de agrado de las diferentes formulaciones de las galletas.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la harina de cascarilla de cacao y pesado	39
Anexo 2. Elaboración de las galletas.	40
Anexo 3. Resultado de análisis microbiológico.	41
Anexo 4. Evaluación sensorial.	42
Anexo 5. Ficha de evaluación sensorial.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Flujograma de proceso	20
Figura 2 Valores de aceptabilidad de las galletas.	28

RESUMEN

La industria del cacao genera una cantidad considerable de residuos, siendo la cascarilla de cacao uno de los principales subproductos, equivalente al 12% del peso del grano. A pesar de su riqueza nutricional, su uso ha sido limitado, destinándose principalmente a la alimentación animal o fertilizantes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar una galleta a partir del aprovechamiento de subproductos agroindustriales, específicamente la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), en combinación con harina de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) y harina de avena (*Avena sativa*), para así evaluar su aceptación sensorial y calidad microbiológica. Se formularon tres tratamientos con diferentes proporciones de harina de cascarilla de cacao (10%, 20% y 30%), ajustando las cantidades de harina de avena y algarrobo. El proceso de elaboración se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Agricultura, aplicando un diseño completamente aleatorizado. Las galletas fueron sometidas a análisis microbiológicos para verificar la ausencia de *Salmonella spp.* y *Coliformes totales y fecales*, utilizando métodos Bacteriological Analytical Manual (BAM) y Número Más Probable (NMP), respectivamente, obteniéndose resultados dentro de los parámetros aceptables para consumo humano. Además, se realizó una evaluación sensorial mediante una escala hedónica de nueve puntos con 70 jueces no entrenados, evaluando color, sabor, aroma y textura. Los datos fueron analizados con ANOVA y prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). El tratamiento con 30% de cascarilla y menor porcentaje de algarrobo (9%) obtuvo mayor aceptación en sabor y color, sin diferencias significativas en textura. Lo que indica que el uso de subproductos agroindustriales promueve la sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos locales.

Palabras clave: cascarilla de cacao, análisis microbiológico, aceptación sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

La industria cacaotera genera una gran cantidad de residuos, principalmente la cascarilla de cacao, que representa alrededor del 12% del peso total del fruto. Este subproducto generalmente se desecha, lo cual produce un impacto ambiental y representa una oportunidad perdida para su valorización. Sin embargo, en los últimos años, ha crecido el interés en el aprovechamiento de la cascarilla de cacao como materia prima (Fabián, 2019).

La cascarilla del grano de cacao que es un subproducto derivado del procesamiento postcosecha, podría ser utilizada en el desarrollo de alimentos funcionales, ya que tiene propiedades antihipertensivas, antidiabetogénicas y antioxidantes. Actualmente su uso se da, principalmente, para alimentación de ganado y para la elaboración de fertilizante (CIAD, 2022).

El cacao se posiciona como uno de los cultivos con mayor crecimiento en el Producto Interno Bruto (PIB) a nivel global, destacando por la generación de diversos subproductos con valor nutricional y buena aceptación sensorial. Por lo tanto, en la presente investigación se planteó el desarrollo de una galleta a partir del aprovechamiento de subproductos del cacao (*Theobroma cacao L.*), utilizando harina de algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) y avena (*Avena sativa*), con el fin de evaluar su aceptabilidad sensorial y calidad microbiológica.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Desarrollar una galleta a partir del aprovechamiento de subproductos del cacao (*Theobroma cacao L.*), utilizando harina de algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) y avena (*Avena sativa*), con el fin de evaluar su aceptabilidad sensorial y calidad microbiológica.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar la combinación más adecuada de harinas de cascarilla de cacao, algarrobo y avena para la elaboración de galletas, mediante la formulación de distintas proporciones.
- Realizar análisis microbiológicos a las formulaciones desarrolladas, con el fin de garantizar la inocuidad del producto.
- Evaluar la aceptación sensorial de las galletas mediante pruebas de degustación con panelistas no entrenados, analizando atributos como color, sabor, aroma y textura.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3. Variedades del cacao

Cacao Criollo: es el árbol que da el fruto con mejor calidad, pero entre los tipos de cacao, se caracteriza por ser el menos fructífero y representa una pequeña proporción de la elaboración mundial. Se identifica por tener semillas redondas y ligeramente planas. Éstas, sin fermentar, poseen un color ligeramente violeta y blanco. **Cacao Trinitario:** es un tipo de cacao híbrido obtenido a partir del Criollo y el Forastero. Su producción es claramente superior en comparación con el criollo y combinando las características gustativas de ambos. Es mucho más resistente a enfermedades y tiene un sabor mucho más sutil. Si alguna vez lo pruebas, puedes sentirte especial (Carvallo, 2020).

Cacao Forastero: el tipo de cacao forastero o amazonia es la variedad más común, su sabor es fuerte, amargo, un poco ácido y representa el 70% del consumo de cacao del mundo. Es la más robusta (Los productores dicen que confían en su resistencia a enfermedades) además que da la mayor cantidad de frutos, pero los puntos en contra son un aroma sin fineza y escaso sabor frutal (Carvallo, 2020).

3.1. Clasificación taxonómica del cacao

Desde el punto de vista botánico las plantas de cacao se clasifican en tres grandes grupos el criollo, el forastero y el trinitario. El criollo posee características únicas, mientras que los forasteros o trinitarios una mayor productividad en detrimento de la calidad (Brazón, 2021). (tabla 1).

Tabla 1. Descripción taxonómica del cacao

Clasificación taxonómica	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Dilleniidae</i>
Orden	<i>Mavales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Subfamilia	<i>Byttnerioideae</i>
Tribu	<i>Theobromeae</i>
Género	<i>Theobroma</i>
Especie	<i>T.cacao</i>
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i>

Fuente: (Brazón, 2021).

La planta de cacao es una caulífera y semicaducífola que alcanza una altura de 4 a 5 metros. Tiene pequeñas flores rosadas que se forman en el tronco y en las ramas más viejas. Otro aspecto característico es que las semillas de cacao poseen un sabor amargo, ya que contienen una gran cantidad de grasa conocida como manteca de cacao (Brazón, 2021).

3.1.1. Derivados del cacao

- **Manteca de cacao:** es grasa del haba de cacao extraída durante el proceso de fabricación de chocolate y del polvo de cacao. Tiene un suave aroma y sabor a chocolate. Es el único componente utilizado en la fabricación del dulce llamado chocolate blanco. En la industria la manteca de cacao se utiliza en la fabricación de medicamentos, tabaco, cosméticos y jabones. En la medicina tradicional es un remedio para las quemaduras, se dice que es un antiséptico (Arroyo, 2020).

- **Pasta de cacao:** se obtiene mediante la desintegración de granos de cacaos limpios y pelados, sin extraerle ni añadirle ninguno de sus componentes. Se obtiene mediante trituración de las habas del cacao, luego el grano es previamente seleccionado, tostado, descascarado, molido, refinado y sin adición de aditivos (Arroyo, 2020).

3.1.2. Propiedades y usos médicos

El cacao es rico en micronutrientes como polifenoles y potentes flavonoides antioxidantes, que ayudan a reducir la inflamación, bajar la presión arterial y mejorar el colesterol y el azúcar en sangre. Sin embargo, procesar el cacao en chocolate u otros productos puede disminuir en gran medida sus beneficios para la salud (Health, 2021).

Los flavonoides de este alimento tienen una acción antiinflamatoria y contribuyen a controlar los niveles de colesterol LDL o “malo” en la sangre. También disminuyen la presión arterial y el mecanismo involucrado es el aumento de los niveles de óxido nítrico. Esta molécula contrarresta la contracción de las paredes arteriales, previniendo la cardiopatía isquémica y los accidentes cerebrovasculares (Tellería, 2024)

3.1.3. Producción mundial del Cacao

En la campaña 2023/2024, la producción mundial de cacao habría alcanzado las 4.449.000 toneladas, lo que representaría una caída de -9.9% frente a las 4.938.000 toneladas registradas en la campaña 2022/2023. Así lo señaló el economista de la Organización Internacional del Cacao, (ICCO), José Jiménez Puerta, quien indicó que en la campaña 2023/2024 el volumen de moliendas a nivel global habría sumado las 4.779.000 toneladas, mostrando una reducción de -4.5% en comparación a las 5.005.000 toneladas reportadas en la campaña anterior (León, 2024).

3.1.4. Producción Nacional del Cacao

La Fundación Hondureña para la Investigación Agrícola (FHIA) a través del Programa de Cacao y Agroforestería, en el año 2013, calculó que el uso potencial de suelos aptos para plantaciones de cacao es de 32,000 hectáreas (ver mapa de uso potencial de suelos) con suelos con pendientes menores al 16 %, altitudes entre 200 a 900 msnm, precipitaciones medias entre 1,500-3,000 mm y temperatura media de 21° C a 26° C, con moderado a buen drenaje (Tapia, 2016)

El cacao en Honduras representa una actividad productiva muy importante para los pequeños productores. La producción de cacao se concentra en la zona noroccidental, litoral atlántico y Olancho, sumando aproximadamente 4,468 ha. En sistemas agroforestales tradicionales, establecidos por unos 3,469 productores (Redacción, 2023).

En los últimos años se ha estado promoviendo la producción de cacao orgánico y actualmente son siete las organizaciones de productores que están iniciando con este tipo de producción en los departamentos de Gracias a Dios, Olancho, Colón, Atlántida, Cortés, Yoro, Santa Bárbara y Olancho, con un aproximado de 1,600 hectáreas de cacao (VECO, 2017).

En términos de volumen se registró a nivel global un decrecimiento de 5.3%, al pasar de 866 Tm en 2016 a 736 Tm en 2019. A octubre 2020, se registra un valor exportado de US\$ 2.3 millones por la venta en el exterior de 589 Tm de cacao y sus preparaciones; sobresaliendo la exportación de cacao en grano que representó alrededor del 89.1% de las divisas generadas y el 89.6% del volumen comercializado. Entre los principales mercados se encuentra Suiza (79.5% en valor y 68.7% en volumen), Holanda (8.5% en valor y 8.4% en volumen) y El Salvador (3.9% en valor y 15.2% en volumen) (SAG, 2022).

Entre 2015-2018 el consumo aparente de cacao en grano mostró un comportamiento irregular, en términos generales registró una tasa de decrecimiento media anual de 14.3%, al pasar de 1, 774,648 libras en 2015 a 1, 118,401 Lb. Durante el período 2016-2019 el valor de las exportaciones de cacao y sus preparaciones creció un 0.7%, al pasar de US\$ 2.8 millones en 2016 a US\$ 2.9 millones en 2019; destacando la venta de cacao en grano (66.5%); en menor medida se vendió pasta de cacao (14.7%) (SAG, 2022).

3.2. Cascarilla de cacao

La cascarilla de cacao es un subproducto que se genera durante el procesamiento del cacao previo a la obtención del chocolate. La cascarilla rodea el grano de cacao, representa aproximadamente el 12% del peso total del grano y se obtiene después del proceso de secado. Este residuo ha sido mayormente utilizado para la preparación de abono orgánico, y alimento para animales. Sin embargo, varios estudios de investigación han demostrado que la cascarilla de cacao posee un alto contenido de fibras, vitaminas A y C, teobromina, pectina, calcio, magnesio, ácido graso omega-9 y compuestos antioxidantes (Choéz, 2024)

3.2.1. Beneficios del consumo de la cascarilla de cacao

Los beneficios para la salud brindan una alternativa de consumo a las personas, algunos de estos beneficios del consumo de cascarilla de cacao según (Bravo, 2017).son los siguientes:

- Previene enfermedades cardiovasculares.
- Evita accidentes cerebrovasculares.
- Es un energizante suave: Su contenido de teobromina es en un energizante suave, ideal para atacar la fatiga y la debilidad.
- Suplemento nutricional.
- Estimula el sistema nervioso.
- Propiedades antioxidantes.

- Contiene proteínas y minerales.
- Es antiinflamatorio.
- Alto contenido de potasio y fosforo.
- Regulador de tensión.
- Es diurética porque elimina el exceso de agua y electrolitos en el organismo.
- Es eficaz contra diarreas.
- Es eficaz contra astenias.
- Libre de grasa.
- Producción de pectinas.

3.2.2. Propiedades de la cascarilla de cacao

la cascarilla de grano de cacao ha sido usada como alimento para ganado y como ingrediente, esta ha sido subutilizada, ya que no ha sido explorada como potencial fuente de componentes bioactivos, como es el caso de los péptidos, cadenas de aminoácidos que pueden ser generados mediante digestión enzimática de proteínas, los cuales pueden poseer propiedades bioactivas (CIAD, 2022).

3.2.3. Composición fisicoquímica de la cascarilla de cacao

Los granos de cacao están formados por células epidérmicas, células parenquimatosas de reserva que contienen grasa, proteínas, almidón y las células con pigmentos responsables de la coloración como los polifenoles y purinas. La composición química depende de: tipo de cacao, origen geográfico, grado de madurez, calidad de la fermentación, secado y procesamiento de los granos. Los principales constituyentes del grano de cacao son: agua, grasa, compuestos fenólicos, materia nitrogenada (proteínas y purinas), almidón, otros carbohidratos y materia orgánica (Erazo, 2019).

Uno de los principales beneficios de la cáscara de cacao es su alto contenido en fibra, que favorece la salud digestiva al promover el tránsito intestinal y prevenir el estreñimiento. Al ser también baja en calorías, puede ser un complemento alimenticio adecuado para quienes buscan mantener un peso saludable, por su parte, los antioxidantes presentes en la cáscara de cacao, como los polifenoles, pueden ayudar a combatir los radicales libres en el cuerpo, reduciendo así el riesgo de enfermedades crónicas relacionadas con el estrés oxidativo, como enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer (Gómez, 2024).

La cascarilla, reportó que la misma tiene un alto contenido de fibra dietética, alrededor del 50 % m/m, y una importante actividad antioxidante atribuida a compuestos flavonoides del tipo flavan-3-ol, como catequina y epicatequina, en forma de monómeros y dímeros, presentes también en el chocolate (Sanchez, 2020).

3.2.4. Proceso de obtención de la cascarilla de cacao

Para el proceso de obtención de la cascarilla de cacao, la semilla debe pasar por un proceso térmico en el cual se reduce drásticamente el porcentaje de humedad, esto permite que la cascarilla se desprenda evitando perder parte del grano en el proceso. Así, por medio de vibración esta cascarilla es retirada del proceso de producción o denominado descascarillado, dejándola como producto de desecho. Luego del descascarillado se realiza una molienda que disminuye el tamaño de la partícula, pasa al tamizado y por último el almacenamiento en fundas de polietileno en un ambiente fresco y seco (Rochina, 2021)

3.3. Algarrobo

Los frutos del algarrobo están formados mediante vainas alargadas, rectas o semicurvas con un peso entre 5 y 30g; las cuales cuando estas vainas se encuentran inmaduras son verdes,

suculentas y muy astringentes; al madurar se tornan café oscuro donde aumenta significativamente su contenido de carbohidratos (Alsaed y Alghzawi, 2000).

3.3.1. Origen

El origen del algarrobo es incierto, aunque la mayoría de los botánicos apuntan a que nació en Medio Oriente y que llegó a la Península Ibérica tras ser introducido en Egipto y transportado a Grecia e Italia. Durante siglos su fruto se utilizaba para alimentar el ganado y posteriormente, como aditivo espesante en la industria alimentaria. La cantidad de cultivos disminuyó tras las heladas del año 1956 y 1985, la aparición de aditivos más baratos y la irrupción de maquinaria agrícola (Shamirian, 2022)

3.3.2. Valor nutricional

Por sus características, algarroba constituye un auténtico tesoro nutricional y un aliado perfecto para personas con intolerancia al gluten, diabéticas o colesterol elevado: Las algarrobas son ricas en vitaminas A, B1, B3, B3 y D y en minerales como el magnesio, fósforo, zinc, potasio y el calcio, no contiene gluten, a diferencia del cacao, sólo presenta un 1% de materia grasa. Su alto contenido en fibra y proteínas favorecen la disminución de los niveles de azúcar en sangre después de las comidas y mejora la resistencia a la insulina. De la misma forma, este contenido en fibra y la presencia de taninos también tiene efectos sobre el “colesterol malo” (Brémond, 2021).

Tabla 2. Composición química del algarrobo

Composición	%
Glúcidos mono y disacáridos	35-47
Celulosa	5-6
Proteínas	5-6

Gomas y pectinas	20-34
Grasa	1
Taninos	1.3-1.5
Agua	12-18

Fuente: (Guillén *et al*, 2018).

3.4. Harina de algarrobo

La harina de algarrobo es la que se obtiene a partir de la molienda de la pulpa de las vainas o semillas, o la molienda de las vainas enteras. La cual consiste en la clasificación de las vainas, el secado de estas con una humedad de $\leq$ a 8 % y seguidamente la molienda y almacenamiento (Carrillo *et al*, 2023).

Composición nutricional de la harina de algarrobo

Según análisis realizados por (Carrillo *et al*, 2023) en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en harina de pulpa y harina de vaina entera:

Tabla 3. Macronutrientes de harinas de algarrobo

Macronutrientes (g/100g de peso seco)		
Análisis	Harina de pulpa	Harina de vaina entera
Humedad	9.98± 1.3 ^b	12.3±0.2 ^a
Proteína	3.84±1.2 ^a	5.67±0.72 ^a
Lípidos	0.67±0.03 ^b	0.89±0.06 ^a
Fibra dietética total	30.1±0.16 ^a	29.12±0.59 ^a
Cenizas	3.3±0.22 ^a	3.26±0.15 ^a
Otros carbohidratos	52.11±1.22 ^a	48.76±1.56 ^a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p<0.05$) entre tratamientos.

Fuente: (Carrillo *et al*, 2023).

Tabla 4. Micronutrientes en harinas de algarrobo

Micronutrientes (g/100g de peso seco)		
Análisis	Harina de pulpa	Harina de vaina entera
Potasio	958±28 ^a	935±19 ^a
Calcio	322±12 ^a	318±16 ^a
Sodio	55±10 ^a	61±22 ^a
Magnesio	20±05 ^a	15±10 ^a

Letras diferentes en una misma fila indican diferencias significativas ($p<0.05$) entre tratamientos.

Fuente: (Carrillo *et al*, 2023).

3.5. Harina de avena

La avena es un cereal muy nutritivo por su composición química y ofrece muchos beneficios para la salud si es consumida de manera moderada. Entre sus principales ventajas se destaca el ser una excelente fuente de carbohidratos complejos, gracias a la fibra dietética soluble que posee, como los betaglucanos, que ayudan en la disminución de la absorción de colesterol en la sangre (Vizuete, 2015).

3.5.1. Beneficios

La avena y los productos elaborados a base de este cereal poseen la ventaja de contener un alto porcentaje de ácidos grasos alcanzando hasta un 9% de los cuales un 65% corresponden a ácidos grasos insaturados, compuesta además de carbohidratos de fácil asimilación y un destacable contenido de aminoácidos encontrándose 6 de los 8 aminoácidos esenciales para

la dieta humana lo cual supera por mucho a otros cereales tradicionales como el trigo, el arroz, el maíz o la cebada (Conde, 2019).

No presenta la capacidad de desarrollar gluten, sin embargo, posee β -glucanos, que son considerados fibra soluble prebiótica con efectos beneficiosos para la salud. Estos componentes tienen potencial aplicación en alimentos funcionales, este grupo de alimentos hace referencia a aquellos que han demostrado afectar beneficiosamente algún/as función/es del cuerpo, de una forma relevante, incrementando el estado de salud o bienestar o reduciendo el riesgo de contraer enfermedades o de muerte, más allá de su efecto nutritivo intrínseco. Además, estos alimentos deben proporcionar su efecto benéfico al ser consumidos en las cantidades normales que se espera en la dieta (Astiz, 2023).

3.5.2. Proceso de elaboración de avena

- Recepción de materia prima
- Limpieza y clasificación
- Descascarillado y aspiración
- Separación
- Tostado
- Enfriamiento
- Corte y aspiración
- Clasificación
- Molienda
- Tamizado
- Empacado

(TSI, 2019)

Tabla 5. Composición química de la avena

Avena (100 g)

Porción comestible (g)	100
Agua (g)	15.8
Energía (kcal)	31
Proteínas (g)	11.1
Lípidos (g)	7.1
Ácidos grasos saturados (g)	1.5
Ácidos grasos monoinsaturados (g)	2
Ácidos grasos poliinsaturados (g)	2.9
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	59.8
Almidón (g)	59.8
Azúcares totales (g)	0
Fibra (g)	5.6

Fuente: (Gómez, 2017)

La harina de trigo tiene un sabor más neutro y una textura más fina, lo que la hace ideal para la elaboración de panes y pasteles, en cambio, En cambio, la harina de avena tiene un sabor más intenso y una textura más gruesa, haciéndola adecuada para la elaboración de productos horneados como las galletas (Mandolina, 2023).

Tabla 6. Comparación valores nutricionales de la harina de trigo y avena

Harina de avena	Valor nutricional medio (100 g)	Harina de trigo
404	Energía (Kcal)	367
15	Proteínas (g)	10
9	Grasas (g)	0
66	Hidratos de carbono (g)	77
7	Fibra (g)	3
100	Calcio (mg)	40
7.9	Hierro (mg)	4.4
160	Magnesio (mg)	180
480	Potasio (mg)	580
340	Fósforo (mg)	410

Fuente: (Vidal, 2024).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación de la investigación

El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento Acuícola y en la Planta Procesadora de Granos y Cereales de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), la evaluación sensorial en el Mall Premier de Catacamas, Olancho y los análisis microbiológicos en el Laboratorio Nacional de Análisis de Residuos (LANAR) Tegucigalpa F.M.

4.2. Materiales y equipo

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron materiales como ser; bolsas plásticas, platos desechables, servilletas, papel toalla, vasos desechables y marcadores. Y los equipos; estufa, molino y balanza analítica.

4.3. Metodología general de investigación

La metodología se llevó a cabo en tres etapas descritas a continuación.

4.3.1. Etapa 1. Desarrollo de las formulaciones de galletas con cascarilla de cacao.

Se desarrollaron tres formulaciones con diferente porcentaje de cascarilla de cacao, algarrobo y de avena, siendo estos los ingredientes variables, y como ingredientes fijos; azúcar, mantequilla, huevos, polvo para hornear y sal. Se realizó tres repeticiones por cada formulación.

Tabla 7. Formulaciones para galletas en porcentajes

Ingrediente	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Harina de avena	40%	35%	30%
Harina de cascarilla de cacao	10%	20%	30%
Harina de algarrobo	19%	14%	9%
Azúcar	15%	15%	15%
Mantequilla o aceite vegetal	10%	10%	10%
Huevos	5%	5%	5%
Polvo de hornear	0.75%	0.75%	0.75%
Sal	0.25%	0.25%	0.25%

4.3.2. Justificación de las proporciones utilizadas en la formulación

La elección de los distintos porcentajes de cascarilla de cacao, harina de algarrobo y avena en los tres tratamientos formulados respondió al interés de evaluar su influencia en las propiedades físico-visuales del producto, en particular el color, sin comprometer la estructura de la masa ni el proceso de elaboración. En el presente estudio se emplearon formulaciones con 10 %, 20 % y 30 % de cascarilla de cacao, lo cual está en concordancia con lo reportado por (Gomez, 2020), quien encontró que una inclusión de hasta 30 % de fibra de cascarilla es viable para productos horneados sin afectar su moldeabilidad. Asimismo, el uso de harina de algarrobo en niveles decrecientes (19 %, 14 %, 9 %) buscó balancear el sabor y la intensidad del color, siguiendo recomendaciones de (Álvarez T. , 2022), quien determinó que proporciones superiores al 20 % de harina de algarrobo tienden a dominar el color y aroma del producto final.

La harina de avena se empleó como base estructural en las formulaciones debido a su capacidad para absorber agua y aportar cohesión a la masa, facilitando el amasado y moldeado. Además, su textura más gruesa en comparación con la harina de trigo favorece la elaboración de productos horneados como galletas. Asimismo, se ha reportado que la avena no desarrolla gluten, lo que la hace adecuada para productos que no requieren extensibilidad elástica como los panes, pero sí estructura firme como las galletas (Astiz M. V., 2023). Por

esta razón, se emplearon porcentajes de avena entre 30 % y 40 % en las formulaciones del presente estudio.

4.3.3. Flujograma de proceso

Flujograma detallado del proceso de elaboración de una galleta a base de cascarilla de cacao, algarrobo y avena, cada etapa que fue involucrada en su producción.

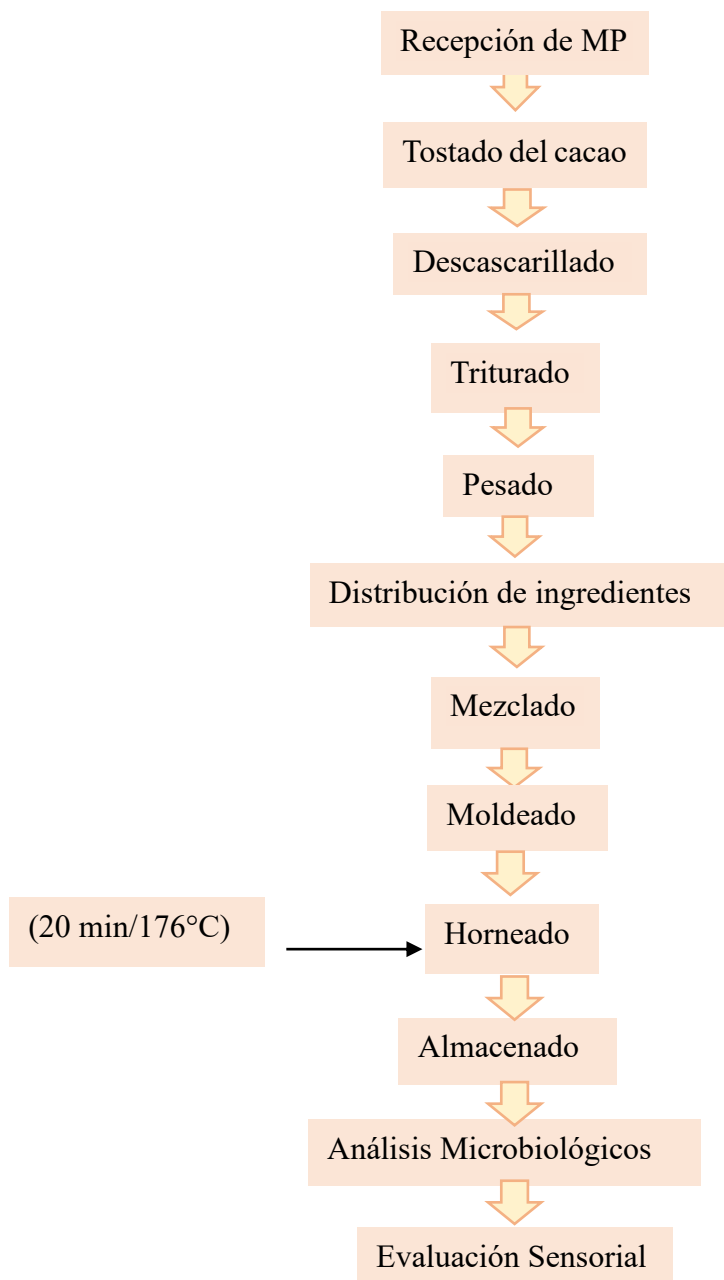


Figura 1 Flujograma de proceso

4.5. Etapa 2: Evaluar las características microbiológicas

A las galletas se le realizaron, pruebas microbiológicas para tener la certeza que el producto estuviera libre de microorganismos que pudieran causar daños a la salud de los consumidores.

Se realizaron análisis microbiológicos a los tres tratamientos de galletas, realizados por el Laboratorio Nacional de Análisis de Residuos (LANAR), con el objetivo de garantizar su inocuidad. Las pruebas incluyeron la detección de *Salmonella spp.* mediante la metodología establecida en el Capítulo 5 del Bacteriological Analytical Manual (BAM), así como la cuantificación de *Coliformes totales y fecales* utilizando la técnica del Número Más Probable (NMP), conforme al Capítulo 4 del mismo manual (Olson, 1969)

4.6. Etapa 3: Determinar la aceptación sensorial de los diferentes tratamientos

Los diferentes tratamientos de galletas fueron sometidos a una evaluación sensorial con el objetivo de determinar la aceptación de sus características organolépticas. La actividad se llevó a cabo en las instalaciones del Mall Premier de Catacamas, Olancho, contando con la participación de 70 jueces no entrenados.

A cada juez se le proporcionó una ficha de evaluación sensorial (**Anexo 5**), la cual fue previamente explicada para asegurar una adecuada comprensión del llenado. Se utilizó una escala hedónica de nueve puntos para valorar atributos como textura, color, sabor y aroma. Las muestras de galletas fueron presentadas de forma aleatoria, codificadas con números sin relación aparente al contenido, para evitar sesgos. Además, se ofreció agua a los participantes como borrador de sabor entre cada muestra, con el fin de evitar la contaminación sensorial entre una degustación y otra.

4.6.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (ADA) se evaluaron 3 tratamientos con diferentes niveles de inclusión de cascarilla de cacao, algarrobo y avena, las variables que se evaluaron son: color, textura, aroma, sabor y aceptación general aplicando un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el Software InfoStat versión 2020e, mediante el modelo estadístico de tukey con un nivel de confianza del 95% para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

Índice de aceptabilidad Sensorial

Para los datos obtenidos de la evaluación sensorial se calculó el índice de aceptabilidad (IA) utilizando siguiente fórmula:

$$(\%) IA = A \times 100/B$$

A es la puntuación media obtenida para el producto y B la calificación máxima otorgada al producto, considerando el IA aprobado con un $\geq 70\%$.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Elaboración de la galleta.

Durante el proceso de formulación, se elaboraron tres tratamientos experimentales con variaciones en el porcentaje de harina de cascarilla de cacao (10 %, 20 % y 30 %) (**Anexo 1**), las cuales obtuvieron características organolépticas visiblemente distintas (**Anexo 2**).

El horneado se realizó a 176 °C durante 20 min para todos los tratamientos. Se evidenció que las galletas con mayor contenido de cascarilla de cacao (Tratamiento 3) adquirieron un color más oscuro y uniforme, por lo que se observó que el uso de este ingrediente (cascarilla de cacao) da el efecto visual marrón intenso asociado al chocolate.

Este cambio en la coloración se debe a los pigmentos naturales presentes en la cascarilla de cacao, los cuales se intensifican durante el proceso térmico de horneado. Resultados similares fueron reportados por (Gomez, 2020), quien señaló que la adición de fibra de cacao genera una coloración más intensa en productos horneados. Asimismo, (Álvarez, 2020) observó efectos comparables en productos elaborados con harina de algarrobo, evidenciando que este tipo de ingredientes oscuros tienen un impacto directo sobre la apariencia visual.

5.2. Análisis microbiológicos.

5.2.1. Evaluación microbiológica de las muestras

Los resultados obtenidos para detección de *salmonella spp* fue de ausencia/25g. Este resultado indica que los diferentes tratamientos evaluados cumplen con los requisitos microbiológicos establecidos, al no haber presencia de *Salmonella spp* en las muestras analizadas. Esto garantiza que el uso de las buenas prácticas de manufactura empleadas durante el proceso de elaboración de galletas, fueron las más adecuadas.

Tabla 8. Resultado de análisis microbiológicos para salmonella spp

Tratamientos	Análisis	Resultado
Tratamiento 1	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/25g
Tratamiento 2	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/25g
Tratamiento 3	<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/25g

La **Tabla 8** corresponde a los resultados del análisis microbiológico para *Salmonella spp*, información que fue proporcionada por el laboratorio LANAR y se encuentra en el (**Anexo 3.**)

La ausencia de *Salmonella spp* en la **Tabla 8.** indica que las galletas son aptas para el consumo y cumplen con los estándares de calidad según lo especifica el Reglamento Técnico Centroamericano, (2018). Ya que este microorganismo causa una enfermedad llamada salmonelosis que en algún caso puede causar síntomas graves, especialmente en niños pequeños y personas con sistemas inmunológicos debilitados (Parra, 2023).

5.2.2. Análisis microbiológicos de Coliforme totales y fecales.

Tabla 9. Resultado de análisis microbiológicos para coliformes totales y fecales

Tratamiento	Coliformes totales	Coliformes fecales
T1	<3.0 NMP/g	<3.0 NMP/g
T2	<3.0 NMP/g	<3.0 NMP/g
T3	<3.0 NMP/g	<3.0 NMP/g

La **Tabla 9** corresponde a los resultados del análisis microbiológico para coliformes totales y fecales, información que fue proporcionada por el laboratorio LANAR y se encuentra en el (**Anexo 3**).

El análisis microbiológico realizado por el laboratorio LANAR como se muestra en (**Anexo 3**), utilizó la técnica del (NMP) para cuantificar los coliformes totales, conforme a los parámetros establecidos por la norma ISO 4832. Los resultados obtenidos, inferiores a <3 NMP/g, tal como se muestra en la **Tabla 9**, indicaron la ausencia de coliformes totales, lo que garantizó la inocuidad microbiológica de las muestras y del flujo tecnológico. Este procedimiento permitió confirmar que la galleta, cumple con los estándares de seguridad alimentaria establecidos, siendo apta para el consumo humano. Así, el análisis validó su viabilidad como un producto seguro para los posibles consumidores, cumpliendo así con los requisitos establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (2018) para productos horneados

Los resultados dados cumplen con los límites establecidos por la normativa sanitaria para alimentos y bebidas de consumo humano, lo que respalda la inocuidad de la bebida formulada. Según la investigación de (Cahuina, 2020), los valores inferiores a 3.0 NMP/g es indicador de evidencia de un producto seguro para el consumo. Los tratamientos evaluadores

demonstraron cumplir con los estándares microbiológicos requeridos, confirmando la viabilidad de la galleta para su consumo.

5.3. Análisis sensoriales.

Para determinar la aceptación de las galletas, se evaluaron sensorialmente, a las calificaciones obtenidas de los panelistas, se les realizó el análisis estadístico, con el fin de determinar si existieron diferencias significativas entre las características evaluadas.

Se presentan los promedios y desviación estándar para cada uno de los parámetros de las formulaciones evaluadas sensorialmente para la facilitación de la comparación, si presentan diferencias significativas (ver **Tabla 10**)

Tabla 10. Nivel de agrado de las diferentes formulaciones de las galletas

Formulaciones	Color	Aroma	Sabor	Textura
Formulación 1 (452)	5.77 ± 2.34^a	5.50 ± 2.36^a	6.33 ± 2.39^a	6.26 ± 2.47^a
Formulación 2 (817)	6.13 ± 2.24^a	6.46 ± 2.00^b	5.91 ± 2.07^a	6.10 ± 2.38^a
Formulación 3 (329)	6.49 ± 2.03^a	6.50 ± 2.06^b	6.61 ± 1.96^a	6.57 ± 2.13^a

Nota: medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$), según la prueba de comparación de Tukey.

Los resultados de las calificaciones de los 70 panelistas (**Anexo 4 y 5**) para cada parámetro organoléptico de las galletas, transformados a datos estadísticos, mediante ANOVA, fueron las siguientes. Las formulaciones 2 y 3 presentan letras iguales para el parámetro aroma, en comparación con la formulación 1, lo que estadísticamente demuestra que si presentan diferencias significativas.

La Formulación 1 obtuvo la puntuación más baja en aroma, lo que sugiere que su perfil aromático fue percibido como menos agradable en comparación con las otras dos. En contraste, las Formulaciones 2 y 3 mostraron medias más altas y similares entre sí, lo que refleja una preferencia consistente hacia sus aromas. Respecto a los demás parámetros evaluados (color, sabor y textura), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres formulaciones ($p>0.05$), ya que todas compartieron la misma letra “a”

Este comportamiento puede atribuirse al incremento del contenido de cascarilla de cacao en las formulaciones 2 y 3. La cascarilla de cacao, al ser sometida a tratamiento térmico (tostado y horneado), libera compuestos volátiles característicos del cacao como la teobromina, además de polifenoles que influyen directamente en el perfil aromático del producto. Esto coincide con lo reportado por (Gómez 2020), quien destacó que el uso de fibra de cascarilla de cacao aporta notas aromáticas similares al chocolate, incrementando la percepción positiva del consumidor.

En contraste, la formulación 1, con menor contenido de cascarilla y mayor proporción de harina de algarrobo, presentó una menor puntuación en aroma. Este resultado puede estar relacionado con la naturaleza de la harina de algarrobo, que posee un aroma menos intenso y en algunos casos puede ser percibida como neutra o poco atractiva dependiendo del nivel de tostado y proporción utilizada, como señalan (Álvarez 2022).

5.3.1. Gráfica de aceptabilidad de las galletas

Se muestran los valores obtenidos de la media de la evaluación sensorial realizada para las tres formulaciones.

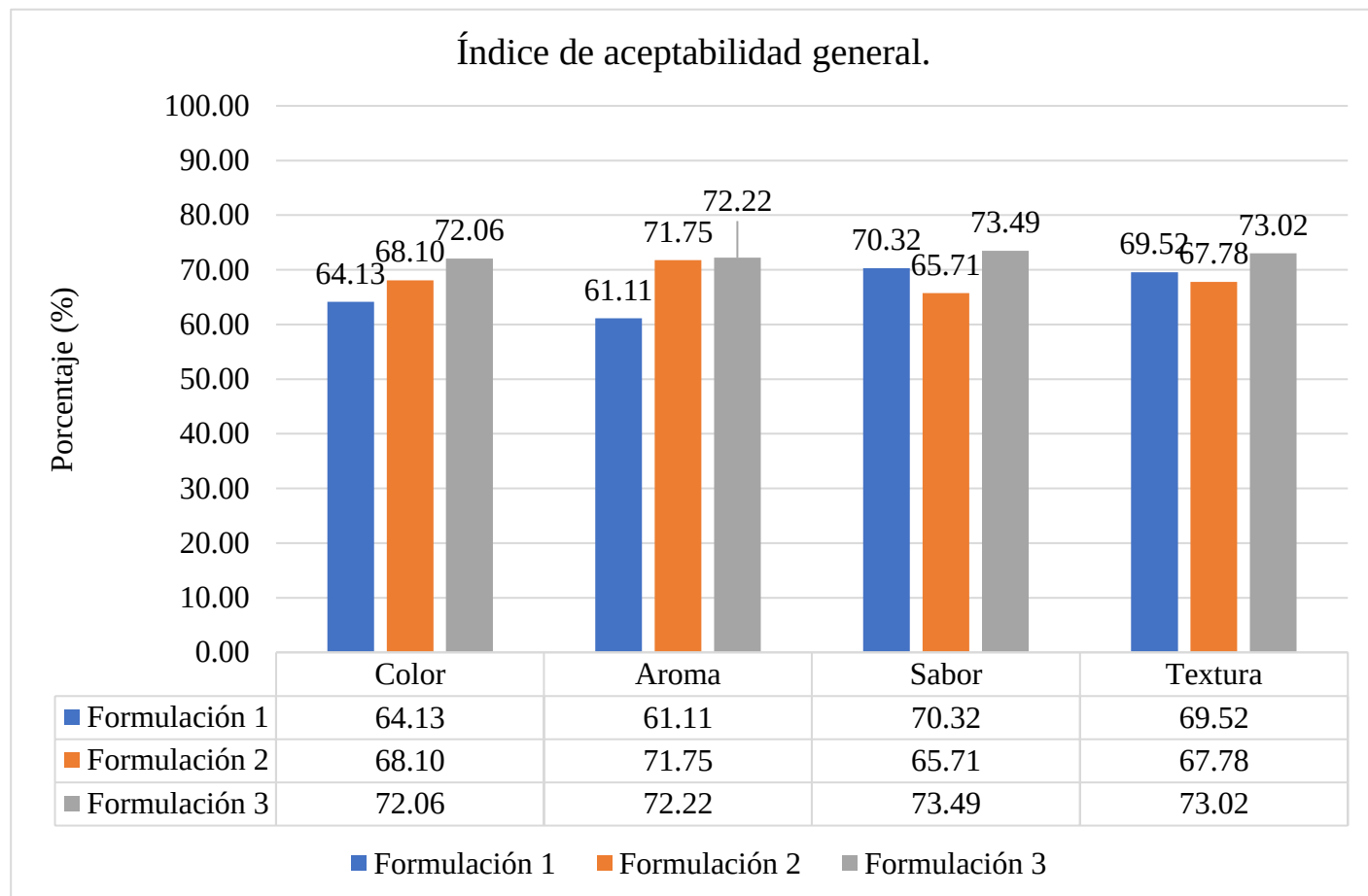


Figura 2 Valores de aceptabilidad de las galletas.

En el atributo de aroma mostrado en la **Figura 2**, se logró identificar diferencias entre las formulaciones 1 (10% de cascarilla de cacao) con la formulación 2 (20% de cascarilla de cacao) y la formulación 3 (30% de cascarilla de cacao). las cuales fueron estadísticamente significativas, como se indica con las letras a para la formulación 1 mientras que la formulación 2 y 3 permanecen con la letra b. En las demás parámetros organolépticos no se encontraron diferencias estadísticas.

Este patrón refleja claramente que el incremento del porcentaje de cascarilla de cacao en las formulaciones está directamente asociado con una mejora significativa en la percepción aromática de las galletas. Este resultado coincide con los hallazgos estadísticos de la **Tabla 10**, donde se reportaron diferencias significativas entre la formulación 1 y las formulaciones 2 y 3. La cascarilla de cacao, al someterse al proceso térmico de horneado, libera compuestos volátiles aromáticos especialmente teobromina y polifenoles que intensifican el perfil sensorial característico del cacao.

5.3.2. Índice de aceptabilidad general.

El tratamiento 3 obtuvo un Índice de Aceptabilidad (IA) de 72.66%, superando el porcentaje mínimo requerido del 70% para ser considerado aceptable. Esto indica que el tratamiento 3 fue el único que alcanzó un nivel adecuado de aceptación en todos los parámetros evaluados. En cambio, los tratamientos 1 y 2, con IA de 66.22% y 68.33% respectivamente, no alcanzaron dicho porcentaje y, por lo tanto, no fueron aceptados.

VI. CONCLUSIONES

- Se elaboraron galletas utilizando diferentes proporciones de harina de cascarilla de cacao, algarrobo y avena, estableciendo tres tratamientos: T1 (10% cascarilla de cacao, 19% algarrobo y 35% avena), T2 (20% cascarilla de cacao, 14% algarrobo y 40% avena) y T3 (35% cascarilla de cacao, 9% algarrobo y 30% avena).
- El análisis microbiológico realizado a los tres tratamientos de galletas evidenció la ausencia de *Salmonella spp.* en todas las muestras. Asimismo, los niveles de coliformes totales y fecales fueron inferiores a 3.0 NMP/g, cumpliendo con los parámetros establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano.
- En la evaluación sensorial realizada con 70 panelistas no entrenados, se observó una diferencia estadísticamente significativa en el atributo de aroma. El tratamiento T3, con el mayor contenido de cascarilla de cacao, obtuvo la mayor aceptación general la cual fue de 72.66% en los parámetros organolépticos evaluados.

VII. RECOMENDACIONES

- Procesar la semilla de algarrobo nacional para la obtención de harina, promoviendo así el aprovechamiento de recursos locales.
- Realizar análisis bromatológicos al tratamiento que obtuvo mayor aceptación en la evaluación sensorial, con el fin de conocer su composición nutricional.
- Mejorar la apariencia física de las galletas para incrementar su atractivo visual y potenciar la preferencia del consumidor.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, V. Ortega, A. (2016). Efectos del consumo del beta-glucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo, Revista Española de Nutrición Humana y Dietética Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v20n2/revision1.pdf>
- Andrea, C. *et al.* (2017). Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena. Disponible en: https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA_FEN_v2_2017__AvenaFEN2017_ok%201.pdf
- Alvarado, J. (2021). 4500-H⁺ Método Electrométrico - PH. SCRIBD. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/538136578/4500-H-Metodo-electrometrico-pH>
- Álvarez, T. (2022). Elaboración de una Galleta de Almendra, a base de Harina de Algarroba, (prosopis alba), en la Península de Santa Elena Disponible en: <https://itsep.edu.ec/wp-content/uploads/2023/08/Elaboracion-de-una-Galleta-con-Almendra-a-Base-de-Harina-de-Algarroba.pdf>
- Astiz, V. (2023). Harinas de avena enriquecidas con beta-glucanos como ingredientes nutricionales para panes de diferentes variedades de trigos argentinos. Optimización de parámetros de calidad industrial y nutricional. Disponible en https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/156977/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=34&zoom=100,109,122
- Arroyo, R (2020). EL CACAO. Disponible en https://www.academia.edu/8283335/EL_CACAO
- Alsaed, A; y Alghazawi, HM. 2000. Processing and characterization of carob powder. Food Chemistry. African Yam bean composite flour cookies. Discourse Journal of Agriculture and Food. Disponible en

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814699002654> .283-287p

Bravo, J. (2017). Propuesta de diseño de proceso industrial para la elaboración de té de cascarilla de cacao en la provincia de santa elena. Tesis de grado , Universidad Estatal Península Santa Elena , La Libertad Ecuador . Recuperado el 26 de Abril de 2023, Disponible en : <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3981/1/UPSE-TII-2017-069.pdf>

Baptist Health (2021). Beneficios del cacao para la salud y 5 formas fáciles de usar. Disponible en: <https://www.baptist-health.com/blog/beneficios-del-cacao-para-la-salud-y-5-formas-faciles-de-usar>

Brémond. L. (2021). La algarroba "El nuevo cacao mediterraneo" Disponible en:. <https://www.tierrasvivas.es/blog/que-es-algarroba>
propiedades#:~:text=Por%20sus%20caracter%20C3%ADsticas%2C%20algarroba%20constituye,zinc%2C%20potasio%20y%20el%20calcio

Brazón, R. (2021). Generalidades Del CACAO. Disponible en <https://es.scribd.com/document/508133772/Generalidades-Del-CACAO>

Cahuina, B. (2020). “IDENTIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA BEBIDA A BASE DE MEZCLAS DE PULPA DE LÚCUMA (*Pouteria lucuma*) Y HARINA DE HOJAS DE MORINGA (*Moringa oleifera*)”. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a76383c3-36e1-4678-969f-4cad2ac0f266/content>

Choéz, I. (2024). Más allá del chocolate: Alliyay. Disponible en <https://www.espol.edu.ec/es/espoldivulga/blog/mas-alla-del-chocolate-alliyay>

Carvallo, J. (2020). Tipos de Cacao: Criollo, trinitario y forastero ¿Conoces la diferencia? Disponible en: https://levicechocolat.com/blogs/articulos/tipos-de-cacao-criollo-trinitario-y-forastero-conoces-la-diferencia?srsltid=AfmBOopGPZ22G1PP5n5-RgA-wbFqY2GvpbV0ARi_A9B6p78nPODfwfPz

- Coca, Acevedo, C. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de cacao para la generación de acción de un producto derivado en la Asociación de Productores Orgánicos del Municipio de Dibulla (APOMD. Ciencia Unisalle. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1097&context=ing_industrial
- CIAD. (2022). Las propiedades de la cascarilla de grano de cacao. Disponible en <https://www.ciad.mx/las-propiedades-de-la-cascarilla-de-grano-de-cacao/>
- Cervera, M. *et al.* (2010). Determinación instrumental y sensorial del color de “magdalenas de chocolate” elaboradas con fibra de cacao como reemplazante de grasa. Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/16471>
- Carrillo Vargas, L; Caraveo Enríquez, V; Galván Calamaco, Z; Vargas González, G; Ramírez Moreno, A; Guzmán Partida, AM; Ramos Clamont Montfort, G. 2023. Potencial nutrición y capacidad antioxidante de harinas de *Ceratonia siliqua* cultivada en Coahuila. Universidad Autónoma de Coahuila. Torreón, Coahuila, México. 290-297. Disponible en <https://idcyta.uanl.mx/index.php/i/article/view/40>
- CONAHCYT. (2022). Las propiedades de la cascarilla de grano de cacao. pág. 1. Disponible en: <https://www.ciad.mx/las-propiedades-de-la-cascarilla-de-grano-de-cacao/>,
- Conde P. (2019). Incidencia de la harina de avena (*avena sativa*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*triticum vulgare*) en la elaboración de un bizcocho edulcorado con panela. Disponible en: <https://repositorio.unjbg.edu.pe/server/api/core/bitstreams/00c3e751-b49a-4eb0-833f-11ec5b2c5982/content>
- Carrasco, L. (2024). ICCO: producción mundial de cacao habría alcanzado las 4,449.000 toneladas en la campaña 2023/2024. Disponible en: [https://agraria.pe/noticias/icco-produccion-mundial-de-cacao-habria-alcanzado-las-4-449--36601#:~:text=\(Agraria.pe\)%20En%20la,en%20la%20campa%C3%B1a%202022%2F2023](https://agraria.pe/noticias/icco-produccion-mundial-de-cacao-habria-alcanzado-las-4-449--36601#:~:text=(Agraria.pe)%20En%20la,en%20la%20campa%C3%B1a%202022%2F2023)
- Erazo, C. (2019). “DISEÑO DE UN FERMENTADOR Y SECADOR SOLAR PILOTO, PARA DOS VARIEDADES DE CACAO (*Theobroma cacao L*), EN EL CANTÓN

EL EMPALME PROVINCIA GUAYAS” Disponible en
<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION%20DE%20CACAO.pdf>

Fabián, J. *et al* (2019). Cascarilla de cacao (*theobroma cacao L.*) De líneas híbridas para la elaboración de rehiletes de chocolate. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202019000200136

Farhana, M. (2023). Impacto del contenido de humedad en las características microestructurales, térmicas y tecnofuncionales de cereales de desayuno integrales extruidos enriquecidos con harina de castaño de indias de la India. Disponible en: *ELSEVIER* .<https://www.elsevier.com/es-es>

Gómez, A (2017). Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena Disponible en:
https://www.fen.org.es/storage/app/media/PUBLICACIONES%202017/INFORME%20AVENA_FEN_v2_2017__AvenaFEN2017_ok%201.pdf

Gomez, L. (2020). Diseño de un producto horneado adicionado con fibra dietética proveniente de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao L.*) Disponible en:
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78712>

Gómez, A. (2024). Cáscara de cacao: esta es la forma en que puedes consumirla para obtener energía y antioxidantes Disponible en
<https://www.infobae.com/mexico/2024/11/13/cascara-de-cacao-esta-es-la-forma-en-que-puedes-consumirla-para-obtener-energia-y-antioxidantes/>

Guevara, I. (2015). Formulación y elaboración de una barra energética a base de amaranto como fuente proteica. Tesis Licenciado en Biología, Universidad Central de Venezuela , Caracas. Disponible en:
<http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/13458/1/TESIS%20ESPECIAL%20DE%20GRADO%20%28IKER%20SAN%20SEBASTIAN%29.pdf>

León, J (2024). ICCO: producción mundial de cacao habría alcanzado las 4,449.000 toneladas en la campaña 2023/2024 Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/icco-produccion-mundial-de-cacao-habria-alcanzado-las-4->

44936601#:~:text=(Agraria.pe)%20En%20la,en%20la%20campa%C3%B1a%202022%2F2023.

Madhusudan, G.(2020). EVALUATION OF THE GENERALLY RECOGNIZED AS SAFE (GRAS) STATUS OF AS A FOOD INGREDIENTANTRODIA MUSHROOM B-GLUCANS. Disponible en: Subchronic toxicity and genotoxicity studies of Antrodia mushroom β -glucan preparation - ScienceDirect and <https://www.fda.gov/media/152294/download>

Mandolina. (2023). Tipos de Avena y sus Diferencias Claves Disponible en <https://mandolina.co/blog/tipos-de-avena-y-sus-diferencias-claves/#:~:text=Al%20comparar%20estos%20dos%20tipos,y%20se%20cocinan%20m%C3%A1s%20r%C3%A1pido>

Valtar, N. (2024). Diseño y elaboración de galletas con harina de algarroba Disponible en:<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/69814>

Yumisaca,P. Jimena, N. (2017). “Evaluación de diferentes niveles de harina de *theobroma cacao* (cascarilla de cacao) en la alimentación de conejos neozelandés en las etapas de gestación y lactancia., Disponible en: [https://www.bing.com/search?pglt=43&q=EVALUACIÓN+DE+DIFERENTES+NIVELES+DE+HARINA+DE+Theobroma+cacao+\(CASCARILLA+DE+CACAO\)+EN+LA+ALIMENTACIÓN+DE+CONejos+NEOZELANDÉS+EN+LAS+ETAPAS+DE+GESTACIÓN+Y+LACTANCIA&cvid=86f2db4572674f398bc5bba41705567c&gs_lcrp=EgRlZGdlKgYIABBFgDkyBggAEEUYOdIBBzg3MGowajGoAgeWAgE&FORM=ANNTA1&PC=U531](https://www.bing.com/search?pglt=43&q=EVALUACIÓN+DE+DIFERENTES+NIVELES+DE+HARINA+DE+Theobroma+cacao+(CASCARILLA+DE+CACAO)+EN+LA+ALIMENTACIÓN+DE+CONejos+NEOZELANDÉS+EN+LAS+ETAPAS+DE+GESTACIÓN+Y+LACTANCIA&cvid=86f2db4572674f398bc5bba41705567c&gs_lcrp=EgRlZGdlKgYIABBFgDkyBggAEEUYOdIBBzg3MGowajGoAgeWAgE&FORM=ANNTA1&PC=U531)

Orlando, S. *et al.* (2020). Barra energética a partir de cereales y frutos secos de alto valor nutricional y aporte energético, Departamento de Química, UNAN-Managua, septiembre – diciembre 2019. Tesis Ingeniería Química Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Managua, Nicaragua .Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/14073/1/14073.pdf>

Olson, J. (1969). "Bacteriological analytical manual for foods. 1972 Volume v.1 [LeatherBound]". Minnesota: SN Books World. Disponible en

<https://www.abebbooks.com/Bacteriological-analytical-manual-foods-1972-Volume/31650027283/bd>

- Pinduisaca, N. (2017)“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE *Theobroma cacao* (CASCARILLA DE CACAO) EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS NEOZELANDÉS EN LAS ETAPAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA. Disponible en: https://rraae.cedia.edu.ec/vufind/Record/ESPOCH_19b39660da7682446f7d7b7692f1c49b?sid=3164306&lng=hr
- Parra, K. (2023). Salmonella en huevos de gallina y su impacto en la salud pública. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. 33p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13926>
- Rochina, D. (2021). Utilización de la fibra de cascarilla de cacao en la industria alimentaria. Tesis en Ingeniería de Industrias Pecuarias , Escuela Superior Politécnica el Chimborazo, Riobamba Ecuador . Disponible en:<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15514/1/27T00465.pdf>
- Shamirian, L. (2022). Algarroba: qué es, origen, propiedades y usos culinarios. Disponible en: <https://www.bonviveur.es/gastroteca/algarroba>
- Sanchez, J. *et al* (2020). CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE LA CASCARILLA DEL GRANO TOSTADO DE CACAO. Disponible en <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/download/202/176/340>
- SAG. (2022). CACAO, Análisis de Coyuntura Disponible en <https://www.upeg.sag.gob.hn/wp-content/uploads/2022/03/AC-CACAO-V20.4.pdf>
- Redacción. (2023). Productores de cacao aseguran superar producción anterior Disponible en <https://www.agrodiario.hn/productores-de-cacao-aseguran-superar-produccion/>

- TSI. (2019). Composición, Valores nutricionales y procesamiento de la Avena. Disponible en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/68-composicion-valores-nutricionales-y-procesamiento-de-la-avena>
- Tellería, A. (2024). Cacao, propiedades y beneficios para la salud. Disponible en: <https://canalsalud.imq.es/blog/cacao-propiedades-beneficios-salud>
- Tapia, S. 2016. Situación *actual de la cadena de valor del cacao en Honduras*. Proyecto “Gestión del Conocimiento de la Cadena de Valor del Cacao en Centroamérica” (Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua). VECO Mesoamérica; COSUDE. Disponible en: https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/analisis_honduras.pdf.
- Vidal, N (2024). Diseño y elaboración de galletas con harina de algarroba. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/69814>

ANEXOS

Anexo 1. Obtención de la harina de cascarilla de cacao y pesado



Anexo 2. Elaboración de las galletas.



Anexo 3. Resultado de análisis microbiológico.



LABORATORIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE RESIDUOS INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS		ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA	
Análisis e identificación de <i>Salmonella</i> spp. (IRA-37-1)			
CÓDIGO DE MUESTRA: JAPW-3	TIPO DE MUESTRA: Otros, Suelo, Galina	FECHA DE REMISIÓN: 27 enero, 2023 08:00:00 a.m.	FECHA DE RECEPCIÓN: 27 enero, 2023 01:39:00 p.m.
REMITENTE: Eduardo José Zorago Zorago	DIRECCIÓN: Universidad Nacional de Agricultura	EMISIÓN DEL RESULTADO: 30 enero, 2023	OBSERVACIONES: N/A
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: <i>Salmonella</i> ?			
TEMPERATURA DE MUESTRA: -1°C	EMPAQUE DE LA MUESTRA: Bolsa ziplock	INSPECTOR: N/A	FECHA Y HORA DEL MUESTREO: 27 enero, 2023
TÉCNICA ANALÍTICA UTILIZADA: BAM Cap. 5			
ANÁLISIS	Resultados	Límite de detección	Criterio de aceptación por Residuos
<i>Salmonella</i> spp.	Aparente 0/16	---	---
G. L.			
Una muestra fue proporcionada por el cliente; el laboratorio no se hace responsable por el tiempo previo desde la toma de muestra hasta el ingreso al laboratorio. Es responsabilidad del cliente mantener las condiciones ambientales y el estado correcto de la muestra. La muestra fue analizada en las instalaciones fijas del Laboratorio.			
Estos resultados corresponden a la muestra analizada. Prohíbese la reproducción de este resultado sin la autorización del Laboratorio LANAR. Resultado original no tiene validez de firma y sello.			
Page 1 of 1	Fecha de Emisión: 30/01/2023	Versión: 0	
Elaborado por: Dra. María Castañeda	Revisado por: Dra. María Castañeda	Aprobado por: Dra. Fátima Salgado	
Fecha de Emisión: Diciembre 2023	Fecha de Revisión: Enero 2024	Fecha de Aprobación: 22/01/2024	
C/El. San José del Pedregal, calle José Azueta. (804) 2348 8081 / (804) 2348 4138			

LABORATORIO NACIONAL DE ANÁLISIS DE RESIDUOS INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS		ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA	
Estimación de Coliformos Totales y Fecales (NMP, BAM 53A Cap. 6) (IRA-38)			
CÓDIGO DE MUESTRA: JAPW-2	TIPO DE MUESTRA: Otros, Suelo, Galina	FECHA DE REMISIÓN: 27 enero, 2023 08:00:00 a.m.	FECHA DE RECEPCIÓN: 27 enero, 2023 01:39:00 p.m.
REMITENTE: Eduardo José Zorago Zorago	DIRECCIÓN: Universidad Nacional de Agricultura	EMISIÓN DEL RESULTADO: 30 enero, 2023	OBSERVACIONES: 0/16 NMP; equivale a Ausencia de Coliformos totales y fecales en la muestra analizada.
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: <i>Salmonella</i> ?			
TEMPERATURA DE MUESTRA: -1°C	EMPAQUE DE LA MUESTRA: Bolsa ziplock	INSPECTOR: N/A	FECHA Y HORA DEL MUESTREO: 28 enero, 2023
TÉCNICA ANALÍTICA UTILIZADA: Número con probador BAM capítulo 4			
ANÁLISIS	Resultados	Límite de detección	Criterio de aceptación por Residuos
Coliformos totales	<1.25 NMP/g	---	---
Coliformos fecales	<1.25 NMP/g	---	---
G. L.			
Una muestra fue proporcionada por el cliente; el laboratorio no se hace responsable por el tiempo previo desde la toma de muestra hasta el ingreso al laboratorio. Es responsabilidad del cliente mantener las condiciones ambientales y el estado correcto de la muestra. La muestra fue analizada en las instalaciones fijas del Laboratorio.			
Estos resultados corresponden a la muestra analizada. Prohíbese la reproducción de este resultado sin la autorización del Laboratorio LANAR. Resultado original no tiene validez de firma y sello.			
Page 1 of 1	Fecha de Emisión: 30/01/2023	Versión: 0	
Elaborado por: Dra. María Castañeda	Revisado por: Dra. María Castañeda	Aprobado por: Dra. Fátima Salgado	
Fecha de Emisión: Diciembre 2023	Fecha de Revisión: Enero 2024	Fecha de Aprobación: 22/01/2024	
C/El. San José del Pedregal, calle José Azueta. (804) 2348 8081 / (804) 2348 4138			

Anexo 4. Evaluación sensorial.



Anexo 5. Ficha de evaluación sensorial.

Evaluación sensorial de Una Galleta

Panelista No.:

Fecha ____ / ____ / ____ /

A continuación, se le presentan tres muestras de una galleta a base de harina de cascarilla de cacao, algarrobo y avena. Le invitamos a observar, degustar y analizar cada muestra cuidadosamente. Por favor, registre el número correspondiente según su nivel de aceptación para cada atributo a evaluar.

Puntaje	Escala
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	Ni me gusta, ni me disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Muestra	Color	Aroma	Sabor	Textura
452				
817				
329				

Recomendaciones:

Evaluación sensorial de Una Galleta

Panelista No.:

48

Fecha 12/02/25/

A continuación, se le presentan tres muestras de una galleta a base de harina de cascarilla de cacao, algarrobo y avena. Le invitamos a observar, degustar y analizar cada muestra cuidadosamente. Por favor, registre el número correspondiente según su nivel de aceptación para cada atributo a evaluar.

Puntaje	Escala
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta poco
5	Ni me gusta, ni me disgusta
6	Me gusta poco
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Muestra	Color	Aroma	Sabor	Textura
452	1	5	7	6
817	9	7	6	5
329	8	6	8	7

Recomendaciones:
