Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Química

Formulación de galletas de Chocolate con harina y grasa de chontacuro (Rhynchophorus palmarum): Una estrategia para la valorización de recursos alternativos

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico

Autores:

Ricardo Alexander Peláez Vera

Neil Sebastián Aray Rodas

Director:

Silvana Patricia Donoso Moscoso

ORCID: 0000-0002-8556-7334

Cuenca, Ecuador

2025-09-17

Resumen

Este trabajo de titulación tuvo como objetivo formular galletas empleando harina y grasa del chontacuro (*Rhynchophorus palmarum*), evaluando sus características sensoriales y bromatológicas. Se elaboraron cuatro formulaciones con distintas proporciones de harina de chontacuro (0%, 25%, 50% y 100%), manteniendo constante la grasa del mismo insecto. Las galletas fueron sometidas a evaluación sensorial (color, olor, sabor y textura), identificando la muestra con 100% de harina como la de mayor aceptación. Esta muestra se analizó bromatológicamente, destacando un contenido proteico del 14,57%, muy superior al de galletas comerciales. Los resultados evidencian que el chontacuro es un ingrediente viable desde el punto de vista nutricional, sensorial y sostenible. La principal limitante para su comercialización es el costo elevado, asociado a métodos tradicionales de recolección, lo cual podría superarse mediante cultivos controlados. La propuesta representa una alternativa para combatir la inseguridad alimentaria, fomentar la economía rural y reducir el impacto ambiental de la industria alimentaria convencional.

Palabras clave del autor: ingesta de insecto, sustitución proteica, inseguridad alimentaria

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: https://dspace.ucuenca.edu.ec/

Abstract

This research project aimed to formulate cookies using flour and fat from the chontacuro (*Rhynchophorus palmarum*), evaluating their sensory and bromatological characteristics. Four formulations were prepared with varying proportions of chontacuro flour (0%, 25%, 50%, and 100%), while maintaining a constant amount of insect fat. The cookies underwent sensory evaluation (color, smell, taste, and texture), with the 100% chontacuro flour sample receiving the highest acceptance. This formulation was analyzed and showed a protein content of 14.57%, considerably higher than that of conventional commercial cookies. The results demonstrate that chontacuro is a viable ingredient from nutritional, sensory, and sustainability perspectives. The main challenge for its mass production is the high cost, linked to traditional harvesting methods. However, this could be mitigated through controlled farming. This proposal offers a promising alternative to tackle food insecurity, promote rural economies, and reduce the environmental impact of the conventional food industry.

Author Keywords: insect ingestión, protein substitutión, food insecurity

The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: https://dspace.ucuenca.edu.ec/

Dedicatorias

Ricardo Alexander Peláez Vera

Este trabajo está dedicado primero a Dios y a la vida, que me permitieron experimentar esta fantástica y asombrosa experiencia que hoy culmina con este trabajo. A mis padres: Gloria, Jairo, Manuel y Pacita, quienes con gran ternura siempre estuvieron presentes para brindarme su amor, compañía y sabiduría. En especial a mi mamá, que, a pesar de las dificultades, nunca se dio por vencida y me enseñó que esta vida es hermosa y que vale la pena luchar por ella. A mi hermano, mi persona de mayor confianza, fuente de experiencia y guía que siempre trata de evitar que cometa sus caídas, pero que nunca deja de estar presente cuando tropiezo. El amor de mi vida, la niña de mis ojos, quien me permitió redescubrir y redefinir el concepto del amor; me demostró que aquello que creía tan solo un milagro puede llegar a ser real. A mis amigos, seres tan gratos y tan grandes, personas con quienes no solo compartí esta experiencia codo a codo, sino con quienes también evolucionamos y nos vimos transformarnos durante este tiempo. A mi familia, a todos los que están y a quienes hoy se recuerdan con cariño: gracias por esta vivencia, que estoy seguro apenas comienza.

Neil Sebastian Aray Rodas

Quiero comenzar dedicando este esfuerzo y trabajo primero que nada a Dios y a la vida por permitirme culminar esta etapa de la forma más gratificante posible, demostrando que apenas estamos comenzando a vivir y que ningún problema será suficiente para detenernos y que espero siempre mantenerme junto a todas las personas que mencionaré a continuación.

Este trabajo de investigación está dedicado especialmente a mis padres, Rosario y Neil por acompañarme en todo este proceso, por ser los pilares de mi vida y por permitirme cumplir mis sueños y caprichos a pesar de las dificultades, por ser el amor, el hogar y la sabiduría presentes en todo momento.

Cada uno de los segundos hogares a los que pertenezco, a mi familia, a mis tíos, tías, abuelos, abuelas, primos y primas; Por permitirme compartir muchos momentos a su lado, las caídas y las bajadas de la vida, por saber que siempre podré contar con cada miembro de mi familia. Un agradecimiento especial para mi tía Ali y mi tío Pablo, mis segundos padres, a quienes valoro inmensamente. Sé que celebran este logro como propio, con el mismo orgullo y cariño con el que lo harían por un hijo.

David, Martín, Juan José, Boris, Axel, Ítalo, Ramiro, Sebastián, Raúl, y especialmente a mi compañero de tesis, Ricardo. Porque no hace falta compartir la sangre para sentirse familia. Gracias por estar siempre presentes, por brindarme su apoyo incondicional en cada meta que me propongo, y por ser ese refugio que me alejaba, aunque sea por un momento, de la exigente y a veces, abrumadora realidad universitaria. Su amistad, su cariño y su presencia han sido invaluables.

A mi novia, razón de poder terminar la universidad de forma gratificante, no puedo agradecerle todo lo que ha hecho por mí solo con palabras. Gracias por tu paciencia, amor y motivación durante todo este proceso; sin ti, este logro no habría sido posible. Eres el motor que impulsa mis sueños.

Agradecimiento

Nos sentimos profundamente agradecidos con Dios, con nuestras familias y con la vida por habernos brindado la oportunidad de cursar una carrera universitaria y acompañarnos en todo el proceso. A la Universidad de Cuenca, nuestro segundo hogar durante estos cinco años, le extendemos nuestra gratitud por habernos acogido en un entorno donde aprendimos, erramos, reímos, sufrimos y sobre todo, crecimos como personas y profesionales.

Nuestro agradecimiento especial es para la querida doctora Silvana Donoso, tutora de este trabajo de investigación, cuya experiencia, compromiso y calidad humana marcaron significativamente nuestro proceso. Su guía constante fue fundamental en cada etapa de esta tesis, y su acompañamiento fue siempre generoso y sabio.

También queremos expresar nuestro sincero reconocimiento a todos los docentes que formaron parte de nuestra formación. Excelentes profesionales y apasionados por la enseñanza, nos brindaron conocimientos y valores que llevaremos con nosotros para siempre. Gracias por su dedicación y por permitirnos construir vínculos que traspasan lo académico.

Finalmente, a nuestros compañeros y amigos de universidad, con quienes compartimos momentos únicos e irrepetibles, les deseamos lo mejor en cada uno de sus proyectos. Confiamos plenamente en que llegarán lejos y serán grandes profesionales y colegas. Gracias por ser parte de esta inolvidable etapa.

Índice de contenido

1. Introducción 9
1.1. Justificación:..... 9
1.2. Objetivos: 11
1.2.1. Objetivos General: 11
1.2.2. Objetivos Específicos. 11
2. Marco teórico 12
2.1. Entomofagia como método de alimentación 12
2.1.1. Riesgo y alergenicidad en el consumo de insectos..... 13
2.1.2. Insectos como fuente alternativa de proteína..... 13
2.1.3. Impacto ambiental y económico de la producción de insectos 14
2.2. El chontacuro 15
2.2.1. Valor nutricional del chontacuro 15
2.2.2. Ciclo de vida del chontacuro y su potencial productivo 17
2.2.3. Cultivo del chontacuro en granjas..... 18
2.3. Proteína (que es y funciones)..... 18
2.3.1. Fortificación de alimentos como estrategia nutricional 18
2.3.2. Aminoácidos esenciales y complementación proteica 18
2.3.3. Calidad de proteínas animales y vegetales..... 19
2.4. Galletas (Definición, origen, etc)..... 21
2.4.1. Definición..... 21
2.4.2. Requisitos INEN 22
2.4.3. Principales materias primas e ingredientes..... 23
2.4.3.1. Harinas 23
2.4.3.2 Grasas 23
2.4.3.3 Azucares..... 24
2.5. Realización de procesos industriales..... 24
2.5.1. Cuantificación de proteínas 24
2.5.2. Obtención de lípidos y su cuantificación 24
2.5.3. Obtención de Harinas 25
2.5.3.1. Secado en estufa 26
3. Materiales y métodos 27
3.1. Enfoque de la investigación..... 27
3.1.1. Tipo de investigación 27
3.1.2. Diseño de investigación 27
3.2. Metodología 27
3.2.1. Variables independientes..... 27
3.2.2. Variables dependientes 27
3.2.3. Equipos y materiales 27
3.2.3.1. Equipos..... 27
3.2.3.2. Materias primas 28
3.2.4. Métodos y técnicas..... 28

3.2.4.1. Determinación de proteínas 28
3.2.4.2. Determinación de grasa 31
3.2.4.3. Determinación de humedad 32
3.2.4.5. Determinación de pH 32
3.2.5. Proceso de elaboración de la harina de la piel de la larva del chontacuro 33
3.2.5.1. Recepción de la materia prima 33
3.2.5.2. Lavado y desinfección 33
3.2.5.3. Descabezado 34
3.2.5.4. Eviscerado 35
3.2.5.5. Lavado 35
3.2.5.6. Escaldado 35
3.2.5.7. Deshidratado 35
3.2.5.8. Enfriado 36
3.2.5.9. Molienda 37
3.2.5.10. Pulverizado 37
3.2.5.11. Envasado y almacenado 37
3.2.5.12. Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de la piel de la larva del chontacuro. 38
3.2.6. Proceso de obtención de la manteca de chontacuro 39
3.2.6.1. Recepción de materia prima 39
3.2.6.1. Lavado 39
3.2.6.2. Termo Procesamiento 39
3.2.6.3. Filtración 39
3.2.6.4. Almacenamiento 40
3.2.6.5. Diagrama de flujo para la obtención de la manteca de chontacuro 40
3.2.7. Proceso de elaboración de galletas a base de harina y manteca de chontacuro 41
3.2.7.1. Recepción de materia prima 41
3.2.7.2. Pesado 41
3.2.7.3. Mezclado 41
3.2.7.4. Reposado 41
3.2.7.5. Moldeado 41
3.2.7.6. Pre-calentamiento del horno 41
3.2.7.7. Horneado 42
3.2.7.8. Enfriamiento 42
3.2.7.9. Almacenamiento 42
3.2.7.10. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de chontacuro .. 43
3.2.2. Tratamientos 44
3.2.2.1 Formulación para las galletas 44
3.2.8. Recolección de datos 45
3.2.9. Análisis estadístico 46
4. Resultados 47
4.1. Resultados de las encuestas realizadas 47
4.1.1. Evaluación del color 47

4.1.2. Evaluación del olor 48
4.1.3. Evaluación del sabor 49
4.1.4. Evaluación de la textura 51
4.1.5. Identificación de la galleta de mayor aceptación 52
4.2. Resultados del análisis bromatológico y fisicoquímico 53
4.3 Costos 54
5. Discusión 55
5.1 Aceptación 55
5.2. Análisis Físico Químico y Bromatológico 55
5.3. Costos 56
6. Conclusiones 58
7. Referencias 59
8. Anexos 61

Índice de figuras

Figura 1. Larvas de chontacuro 23
Figura 2. Aparato de experimentación Soxhlet 31
Figura 3. Inicio de la digestión 36
Figura 4. FInal de la digestión 36
Figura 5. Equipo usado para la destilación 36
Figura 6. Proceso de extracción Soxhlet 37
Figura 7. Larvas frescas de chontacuro 39
Figura 8. Lavado manual de las larvas 40
Figura 9. Desinfección con solución de cloro al 0.5 ppm 40
Figura 10. Proceso de escaldado 41
Figura 11. Pieles en proceso de deshidratación 42
Figura 12. Pieles Deshidratadas 42
Figura 13. Molienda de las pieles 43
Figura 14. Termo Procesamiento de las vísceras 45
Figura 15. Filtrado para la separación de la fase líquida 46
Figura 16. Moldeado de las galletas 48
Figura 17. Resultado de las galletas horneadas 49

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional de insectos comestibles 20
Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos del los chontacuros 22
Tabla 3. Perfil de los ácidos grasos..... 22
Tabla 4. Calidad de la proteína basada en la fuente 25
Tabla 5. Requisitos bromatológicos para galletas 39
Tabla 6. Tratamiento de deshidratación 51
Tabla 7. Formulaciones de las galletas 51
Tabla 9. Escala hedónica usada 53
Tabla 10. Tabla de calificación..... 53
Tabla 11. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del color 54
Tabla 12. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del olor 56
Tabla 13. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del sabor 57
Tabla 14. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial de la textura 59
Tabla 15. Resultados del análisis bromatológico y fisicoquímico..... 61
Tabla 16. Composición en masa del chontacuro..... 61
Tabla 17. Análisis de costos por kilo 62

Índice de gráficas

Gráfica 1. Elaboración de harina a partir de la piel del chontacuro..... **¡Error! Marcador no definido.**
Gráfica 2. Proceso de obtención de la manteca de chontacuro..... 47
Gráfica 3. Proceso de elaboración de galletas a base de harina y manteca de chontacuro 50
Gráfica 4. Resultados de la evaluación del color..... 55
Gráfica 5. Resultados de la evaluación del olor..... 56
Gráfica 6. Resultados de la evaluación del sabor..... 58
Gráfica 7. Resultados de la evaluación de la textura..... 59
Gráfica 8. Resultados de la aceptación general en función de la media de todos los parámetros..... 60

Índice de anexos

Anexo 1..... 71
Resultados de galleta con 0% de harina de chontacuro
Anexo 2..... 73
Resultados de galleta con 25% de harina de chontacuro
Anexo 3..... 75
Resultados de galleta con 50% de harina de chontacuro
Anexo 4..... 77
Resultados de galleta 100% de harina de chontacuro

1. Introducción

1.1. Justificación:

Alimentar a la población mundial actualmente no representa un gran desafío, pero en sí, ya se presenta como un gran problema. Según la FAO, se predice que para el 2030 será necesario alimentar a más de 9.000 millones de personas en el mundo, 1.000 millones más que en el 2022; este crecimiento demográfico constante ha incrementado la demanda de alimentos y recursos para producirlos: tierra, agua, energía, etc.; además de incrementar el impacto por las emisiones subsecuentes de la producción agrícola y ganadera. Ante esta situación, la humanidad ha desarrollado nuevos métodos de producción y cultivo, buscando medios más eficientes y sostenibles de producir nuestro alimento; siendo una de las alternativas más divulgadas y conocidas el veganismo, sin embargo; una de las necesidades nutricionales más importantes en la alimentación del ser humano aún no se ve satisfecha: las proteínas; debido a que la absorción de la proteína vegetal no se compara ni satisface la necesidad de proteína animal; al menos no de forma eficiente (Halloran & Vantomme, 2013; Van Huis et al., 2013).

La ganadería ocupa el 70% de la tierra cultivable según la FAO; además, se espera que la demanda global de productos de ganadería sea mayor que el doble entre el año 2000 y el 2050 (de 229 millones de toneladas a 465 millones de toneladas) (Van Huis et al., 2013). Todo esto resulta en un elevado impacto ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero, consumo de agua, requerimiento de tierras fértiles para el cultivo de grandes volúmenes de alimento para el ganado, abono, pesticidas y energía (Van Huis et al., 2013). Estos efectos marcan un precedente significativo para considerar alternativas que satisfagan la demanda actual y futura de alimentos; como los insectos. Las ventajas ambientales de los insectos radican en la eficiencia de producción de masa en función de la masa consumida en alimento: un insecto es capaz de producir 1 kg de masa por cada 2 kg de alimento, mientras que el ganado necesita 8 kg de alimento para alcanzar el mismo aumento; los gases de efecto invernadero son inferiores: en el caso de los cerdos, produciendo entre 10 y 100 veces menos que los cerdos; los insectos utilizan mucha menos agua y son capaces de utilizar residuos biológicos, siendo capaces de transformarlos en proteínas de alta calidad (Van Huis et al., 2013).

Entre los insectos consumidos por los seres humanos, según la FAO, se encuentran los escarabajos (Coleoptera) con un 31%, seguidos de orugas (Lepidoptera) con un 18%, abejas, avispas y hormigas (Hymenoptera) con un 14%, saltamontes, langostas y grillos (Orthoptera)

con un 13%, cigarras, fulgoromorfos, saltahojas, cochinillas y chinches (Hemiptera) con un 10%, termitas (Isoptera) con un 3%, libélulas (Odonata) con un 3%, moscas (Diptera) con un 2% y otros insectos con un 5% (Avendaño et al., 2020). Dentro del grupo de los escarabajos, que representan el 31%, se encuentra el chontacuro, conocido como el gorgojo del cocotero (Rhynchophorus palmarum L.), el cual se alimenta y cumple su ciclo de vida en las plantas de la familia Palmae (Arecaceae), que son sus hospederas naturales más comunes. Estas larvas son una fuente importante de proteínas y son consideradas un alimento agradable por los pueblos indígenas amazónicos, quienes las consumen asadas o directamente (Sancho et al., 2015). Sin embargo, la resistencia cultural hacia la entomofagia en población urbana sigue siendo uno de los mayores desafíos para promover esta alternativa alimentaria. Una forma de sortear la resistencia cultural es cambiar la forma en que los insectos se presentan en los alimentos. Una estrategia viable es la producción de harinas a base de insectos, como la harina de chontacuro, que permite enriquecer otros alimentos básicos como las galletas, sin que se perciba visualmente la inclusión de insectos. De este modo, se podrían aprovechar sus beneficios nutricionales sin tener que enfrentar el rechazo directo del consumo de insectos enteros, lo que ofrece una alternativa viable para aumentar el valor proteico de los alimentos sin alterar la percepción cultural de los consumidores (Van Huis et al., 2013).

En Ecuador, los chontacuros son un alimento que es consumido por la población de la región amazónica y también por turistas que pasan por la zona, siendo consumidos principalmente asados o fritos. Si bien el contenido proteico de la harina de chontacuro (14%) no es equiparable al de la harina de carne y hueso, sangre o subproductos avícolas, el espacio y la energía requeridos para el cultivo de los insectos resulta mucho más eficiente y sostenible a largo plazo.(DEL CARMEN, 2020; Espinosa M. et al., 2020).

La presente investigación se centra precisamente en producir galletas fortificadas con harina de chontacuro y con su grasa como reemplazo a la mantequilla, un alimento versátil, fácil de transportar, almacenar y de producir, además, debido a su baja actividad acuosa, es estable. Tradicionalmente, el proceso de recolección involucra la tala de palmas para favorecer su infestación; sin embargo, se ha demostrado que es posible criar al chontacuro en laboratorio, utilizando como sustrato el tallo de la palmera abanico e incluso caña de azúcar (García Saínz et al., 2013). Esto evidencia una viabilidad futura para el desarrollo de granjas que podrían ser mantenidas por las comunidades indígenas amazónicas, proporcionando una fuente de ingresos constante y sostenible como proveedores de la materia prima, dado que las condiciones climáticas ya están establecidas por su ubicación geográfica, lo cual permitiría granjas con bajos requerimientos técnicos, disminuyendo también el costo de las larvas que

actualmente no son viables económicamente por falta de granjas y su recolección tradicional, siendo el costo por ejemplo en Limón Indanza de 50 centavos por unidad.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivos General:

Elaborar una galleta a partir de la grasa y la proteína del chontacuro, mediante secado en bandeja, para determinar sus características sensoriales y bromatológicas.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Realizar el análisis de proteína, grasa, pH y humedad de la harina obtenida.
- Elaborar galletas con diferentes concentraciones de harina de chontacuro (25% 50% 75% 100%), manteniendo constante la cantidad de grasa de chontacuro y siguiendo la norma para la elaboración de las mismas (NTE INEN 2085:2005).
- Establecer la aceptación del producto terminado mediante una evaluación sensorial.
- Realizar los análisis bromatológicos, (grasas, proteínas, humedad) al producto de mayor aceptación según las normas (NTE INEN 1332:2017),(NTE INEN 2085:2005).

2. Marco teórico

2.1. Entomofagia como método de alimentación

Se entiende como alimentación al conjunto de las cosas que se toman o se proporcionan como alimento. A su vez se refiere como cada una de las sustancias que un ser vivo toma o recibe para su nutrición (Real Academia Española,s.f. Definición de alimento) .

La entomofagia proviene de la unión de las palabras griegas éntomon (insecto) y fagia (comer) haciendo referencia a la práctica de comer o alimentarse de insectos (Real Academia Española, s.f.).

Los insectos han sido parte de la dieta de los seres humanos, tanto para el hombre primitivo como para el contemporáneo, especialmente en Asia, África y escasas zonas de América. Diversas fuentes indican que la presencia accidental de insectos en procesados es algo común, lo cual implica que la mayoría de personas los consume sin saberlo, según (Zaragozano, 2018) los insectos se comen en todas las fases de su desarrollo, como huevos, larvas, ninfas, pupas y adultos y están en alimentos comunes del día a día, como los gorgojos en los granos de cereales que terminan molidos en las harinas de consumo masivo, o las pequeñas larvas de las frutas y verduras.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) resalta tres ventajas fundamentales de los insectos como alternativa alimentaria:

- Alto valor proteico de los insectos en relación a otros animales utilizados como alimentos comunes.
- El aumento de la cría de insectos debido a su gran tasa de fecundidad, su rápido crecimiento y su mínimo cuidado.
- El punto más relevante es el hecho de que los insectos convierten eficientemente sus sustratos alimenticios en masa corporal, como en el caso de las larvas de escarabajo en donde hasta el 70% de su cuerpo es comestible en comparación con el 55% de un pollo, el 35% de un cerdo y el 40% de una vaca.

En América Latina, la entomofagia no se practica de manera masiva como en otras regiones del mundo, si bien existe cierto conocimiento sobre el consumo de insectos, su aceptación y presencia cultural todavía es limitada en muchas zonas del continente. Por ejemplo, en Panamá, según (Collantes et al. 2022, p. 155), el 22% de la población desconoce que los insectos pueden ser consumidos como alimento. No obstante, el 58% de los encuestados

reconoce que es posible comer grillos, como se hace comúnmente en México y varios países de Centroamérica, mientras que el 40% tiene conocimiento del consumo de larvas, esto ocurre en zonas indígenas de la Amazonía Ecuatoriana.

2.1.1. Riesgo y alergenicidad en el consumo de insectos

Resulta realmente imposible eliminar todos los insectos de los alimentos, aunque los tratamientos tecnológicos aplicados a la industria provocan una reducción considerable tanto en cantidad como en peligrosidad. El mayor problema con el consumo de insectos en la dieta según destaca la AECOSAN es la alergenicidad, aunque aún existe un gran desconocimiento, se puede diferenciar aquellas producidas por sensibilización primaria a los insectos en cuestión de las hipotéticamente previsibles por actividad cruzada en pacientes ya alérgicos a otros artrópodos (Aragón, n.d.).

Es una realidad que no existen suficientes estudios de la alergenicidad directa de los insectos, ya que, esto puede variar entre el tipo de insecto y la forma en que llega a procesarse, esto es un factor negativo debido a su potencial como alimento masivo. Siempre se debe considerar que algunos insectos al igual que muchos alimentos de procedencia animal pueden contener bacterias como: Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis, Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, Clostridium perfringens; residuos de pesticidas y metales pesados residuales de la contaminación ambiental, lo cual no será beneficioso para los humanos (Aragón, n.d.).

2.1.2. Insectos como fuente alternativa de proteína

El aspecto más importante de la inclusión de insectos en la dieta es como un sustituyente de proteína, (Lizhang & Dinghong, 2008) indican que los grillos, las cigarras, las mariposas, hormigas y larvas contienen más proteina que los huevos de las aves, la carne de pollo, el pescado, el cerdo o la carne de vacuno, con un estudio en donde se analizaron 100 insectos y los resultados fueron que el valor medio de proteínas por especie es de 51,17%.

En la tabla 1 se presenta una recopilación de estudios acerca del contenido nutricional de algunos insectos, con énfasis en la columna de proteína para reforzar el punto anterior.

Tabla 1. Composición nutricional de insectos comestibles

Orden	Familia	Especie	Energía (kcal)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)
Orthoptera	Gryllidae	A. domesticus	153	15.6	4.5	-
			452	70	18.23	3.65
Orthoptera	Pyrgomorphidae	Sphenarium purpurascens	404	61.33	11.7	-
Coleoptera	Tenebrionidae	T. molitor	306	20.9	14.7	-
Coleoptera	Tenebrionidae	T. molitor	444	52.35	24.71	1.97
Coleoptera	Tenebrionidae	T. molitor	-	53	56	-
Coleoptera	Tenebrionidae	T. molitor	-	49	37	-
Coleoptera	Tenebrionidae	T. molitor	-	44.72	42.48	-
Coleoptera	Tenebrionidae	Zophobas morio	-	46	35	-
Diptera	Stratiomyidae	H. illucens	199	17.5	14	-
Diptera	Stratiomyidae	H. illucens	-	56	15.18	-
Diptera	Stratiomyidae	H. illucens	541	57.5	20.77	7.44

Tabla de la composición nutricional de diferentes especies de insectos comestibles (Ortiz et al., 2024).

2.1.3. Impacto ambiental y económico de la producción de insectos

La granja de estos insectos genera impactos ambientales y económicos positivos, ya que concentra alimentos con valores nutricionales adecuados para el ser humano en espacios más pequeños que las hectáreas necesarias para el ganado vacuno, además generan trabajo en el cuidado y cultivo de estos animales. De hecho (Sanchez

& Feregrino, 2023, 91) nos dan un panorama mundial en donde explican que el mercado mundial de insectos comestibles superó los ciento doce millones de dólares y seguirá creciendo hasta más del 47% de aquí hasta el 2026, principalmente en la harina de grillos, caso exacto de la fortificación de las harinas, pero con diferentes insectos alrededor del mundo.

2.2. El chontacuro

2.2.1. Valor nutricional del chontacuro

El chontacuro (Rhynchophorus palmarum) en kichwa significa gusano de la chonta, es un gusano apetecido en las comunidades indígenas de la amazonia ecuatoriana debido a su exquisito sabor y sus creencias en propiedades medicinales, sobre todo en las afecciones de la gripe, tosferina, asma y bronquitis, lo cual es algo que no puede ser específicamente comprobado. Se trata de la larva del gorgojo negro de la palma, es una oruga gruesa, con gran índice de grasas en su cuerpo, tiene un color amarillento con cabeza color marrón.

Varias investigaciones resaltan los valores nutricionales de las proteínas del chontacuro en un 18% y según las investigaciones realizadas del análisis de aminoácidos de (Pico, 2014) se obtuvo un valor de 0,553 g de lisina por cada 100 gramos de proteína, mientras que en el maíz está presente en 0,468g por cada gramo de proteína. Podemos hablar de una complementación proteica para las harinas, esto nos indica que, conociendo el valor biológico de diferentes proteínas de los alimentos, se pueden combinar para obtener una mezcla con los aminoácidos esenciales, en otras palabras, enriquecer la harina para que no tenga ningún aminoácido limitante y mejorar su valor biológico.

La fortificación de los alimentos es la forma más rápida de completar deficiencias de aminoácidos y nutrientes esenciales para el ser humano debido a su cobertura, disponibilidad y bajo costo, sin embargo, es necesario identificar plenamente alimentos que consuma toda la población a diario, este es el caso de las harinas.

Con respecto a los valores lipídicos del chontacuro, estos en su etapa de larva poseen una mayor cantidad de grasa, esto para poder llevar a cabo cada uno de los procesos energéticos para su maduración, en el insecto se pueden encontrar grasas como el ácido palmítico, esteárico, palmitoleico, oleico, linoleico y linolénico.

En Ecuador, la evaluación nutricional del chontacuro (Rhynchophorus palmarum) se ha realizado a las larvas del mercado de la ciudad de Puyo; los resultados de los análisis son diferenciados entre la palma de la chonta y la palma morete, resultados que se muestran a continuación en la tabla 2 (Espinosa et al., 2020).

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de los chontacuros

Parámetro	Palma morete	Palma de chonta
Humedad	66.00%	65.20%
Proteína	8.68%	8.72%
Grasa	23.02%	23.61%
Sodio	50.64mg	45.43 mg
Carbohidratos	1.44%	1.71%
Colesterol	35.05 mg	24.44 mg

Tabla de parámetros fisicoquímicos del chontacuro según el tipo de palma (Espinosa et al., 2020).

En el perfil de los ácidos grasos se encontró una diferencia significativa entre las larvas según la palma, es decir, que existe diferencia según la alimentación de la larva. Los resultados se muestran en la tabla 3 (Espinosa et al., 2020).

Tabla 3. Perfil de los ácidos grasos

Parámetro	Palma morete (%)	Palma de chonta (%)
(C14:0) Ácido mirístico	3,11 ± 0,25	3,85 ± 0,35
(C16:0) Ácido palmítico	45,30 ± 2,70	45,45 ± 1,06
(C16:1) Ácido palmitoleico	1,79 ± 0,39	3,10 ± 0,99
(C18:0) Ácido esteárico	7,80 ± 1,89	6,40 ± 0,57
(C18:1n-9) Ácido oleico	38,70 ± 3,67	38,15 ± 0,35
(C18:2n-6) Ácido linoleico	1,83 ± 0,52	1,60 ± 0,28
(C18:3n-6) Ácido γ-linolénico	1,05 ± 0,29	1,05 ± 0,21

(C20:1n-9) Ácido cis-11 eicosenoico	0,78 ± 0,13	0,80
Omega-6	2,88	2,65
Omega-9	39,48	38,95
Ácidos grasos saturados	56,21	55,70
Ácidos grasos monoinsaturados	41,27	42,05
Ácidos grasos poliinsaturados	2,88	2,65

Tabla del perfil de los ácidos grasos del chontacuro según el tipo de palma (Espinosa et al., 2020).

2.2.2. Ciclo de vida del chontacuro y su potencial productivo

La eficiencia de trabajar con la harina de chontacuro, además de su valor nutricional, radica en el generar una alternativa de cultivo de insectos para la zona amazónica del país. El ciclo de vida de este animal como lo indica (Aguilar et al., 2018), se divide en 4 etapas: El huevo, que es el periodo de incubación de 2 a 4 días; La larva, etapa fundamental para la investigación que dura entre 90 a 120 días aproximadamente, en donde comienza con un color blanquecino y cambia hasta su color característico; La pupa que dura entre 20 a 38 días y por último la etapa de adulto.

Figura 1. Larvas de chontacuro

El establecimiento de microgranjas de chontacuro no solo podría generar ingresos para comunidades rurales e indígenas, sino también promover la conservación de saberes ancestrales y fomentar una producción alimentaria más resiliente frente al cambio climático. En un contexto global donde se busca reducir la dependencia de proteínas de origen animal convencional, la valorización del chontacuro como recurso local ofrece una vía para integrar desarrollo económico, seguridad alimentaria y sostenibilidad ambiental.

2.2.3. Cultivo del chontacuro en granjas

La granja de estos insectos genera impactos ambientales y económicos positivos, ya que concentra alimentos con valores nutricionales adecuados para el ser humano en espacios más pequeños que las hectáreas necesarias para el ganado vacuno, además generan trabajo en el cuidado y cultivo de estos animales. De hecho (Sanchez & Feregrino, 2023, 91) nos dan un panorama mundial en donde explican que el mercado mundial de insectos comestibles superó los ciento doce millones de dólares y seguirá creciendo hasta más del 47% de aquí hasta el 2026, principalmente en la harina de grillos, caso exacto de la fortificación de las harinas, pero con diferentes insectos alrededor del mundo.

2.3. Proteína (que es y funciones)

2.3.1. Fortificación de alimentos como estrategia nutricional

La fortificación de los alimentos es la forma más rápida de completar deficiencias de aminoácidos y nutrientes esenciales para el ser humano debido a su cobertura, disponibilidad y bajo costo, sin embargo, es necesario identificar plenamente alimentos que consuma toda la población a diario, este es el caso de las harinas.

2.3.2. Aminoácidos esenciales y complementación proteica

Las proteínas son macromoléculas formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno que forman largas cadenas orgánicas de aminoácidos. La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido; si el número de aminoácidos que forma la molécula no es mayor de 10, se denomina oligopéptido, si es superior a 10 se llama polipéptido y si el número es superior a 50 aminoácidos se habla ya de proteína, las cuales se dividen en esenciales y no esenciales (González et al., 2007).

Los aminoácidos se dividen en esenciales y no esenciales. Los no esenciales son aquellos que el organismo humano puede sintetizar por sí mismo (un total de 11). En cambio, los aminoácidos esenciales no pueden ser producidos por el cuerpo, por lo que deben obtenerse obligatoriamente a través de la dieta. Cuando un alimento contiene proteínas con todos los aminoácidos esenciales, se dice que son de alta o de buena calidad., es por eso que necesitamos incluirlos en nuestra dieta. Estos son: Histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. (González et al., 2007). Las fuentes animales de proteínas son las más completas para suplir el consumo adecuado de todos los aminoácidos a diferencia de las vegetales que pueden llegar a tener menos cantidad de aminoácidos, este es el caso de cereales como el trigo, el mijo y el maíz en donde la lisina es el reactivo limitante al igual que en los granos de girasol, zanahoria y coco según los estudios analizados por (Quesada & Gómez, 2019). Si bien es cierto que las proteínas animales son mejores en cuanto a su contenido de aminoácidos, también hay varios estudios que relacionan el consumo de carnes animales con problemas cardiovasculares a largo plazo. (Caldiello, 2023).

2.3.3. Calidad de proteínas animales y vegetales

Expertos de la FAO y OMS propusieron en 1989 parámetros medibles para evaluar la calidad de las proteínas, siendo las más importantes: el puntaje de aminoácidos corregido por digestibilidad proteica (PDCAAS) que indica la calidad de una proteína basada en la capacidad de satisfacer las necesidades de aminoácidos del organismo, y el puntaje de aminoácidos indispensables digestibles (DIAAS), que evalúa no solo el contenido de aminoácidos esenciales, sino que, también evalúa su digestibilidad (Berrazaga et al., 2019).

Tabla 4. Calidad de la proteína basada en la fuente

Tipo de proteína	Digestibilidad de la proteína (%)	Valor biológico (%)	Utilización neta de la proteína (%)	PDCAAS	DIAAS
Origen animal					
Carne roja	—	80	73	92	—

Caseína	99	77	76–82	100	—
Suero de leche (whey)	—	104	92	100	—
Leche	96	91	82	100	114
Huevo	98	100	94	100	113
Origen vegetal					
Frijol negro	70	—	—	75	—
Frijol negro cocido	83	—	—	65	59
Harina de soya	80	—	—	93	89 (SAA)
Aislado proteico de soya	98	74	61	100	—
Lenteja verde	84	—	—	63	65
Arveja partida amarilla	88	—	—	64	73
Arveja cocida	89	—	—	60	58
Concentrado proteico de arveja	99	—	—	89	82
Garbanzo	89	—	—	74	83

Maní	—	—	—	52	—
Maní tostado	98	—	—	51	43
Mantequilla de maní	98	—	—	45	46
Granos enteros	—	—	—	45	—
Trigo	91	56–68	53–65	51	45 (Lis)
Gluten de trigo	—	64	67	25	—
Pan blanco	93	—	—	28	29
Arroz blanco	93	—	—	56	57
Arroz cocido	87	—	—	62	60

Tabla de calidad de las proteínas basadas en su orígen (Berrazaga et al., 2019).

A partir de la tabla 4, es fácil concluir que las proteínas animales son de mejor calidad que las vegetales debido a que las proteínas vegetales además de que casi siempre tienen deficiencias de lisina, son menos digestibles que las vegetales por diferencias estructurales (mayor proporción de conformaciones β-laminar y menos α-hélice) lo que lo hace más resistente a la proteólisis gastrointestinal (Berrazaga et al., 2019).

2.4. Galletas

2.4.1. Definición

Según la RAE una galleta es un alimento de tamaño pequeño, forma variada y consistencia quebradiza, hecho con una masa de harina, azúcar y otros ingredientes, que se cuece en el horno.

Las galletas son un producto que se consume en todo el mundo y pueden formar parte de una dieta balanceada, ya que aportan energía gracias a su composición nutricional, además de contener vitaminas y minerales. Una de sus principales ventajas es que se pueden combinar fácilmente con ingredientes como frutas, chocolate o extractos

naturales, lo que permite mejorar su valor nutritivo y convertirlas en un alimento funcional.

Según la norma NTE INEN 2085:2005, las galletas se dividen en 7 tipos, siendo estos:

- **Galletas simples:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas.
- **Galletas saladas:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas con una connotación salada
- **Galleta dulce:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas con una connotación dulce.
- **Galleta wafer:** Producto obtenido a partir del horneo de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sándwich.
- **Galletas con relleno:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas a las que se le añade relleno.
- **Galletas revestidas:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas, que presentan un revestimiento. Pueden ser simples o rellenas.
- **Galletas bajas en calorías:** Aquellos productos que se obtienen al hornear masas elaboradas principalmente con derivados del trigo u otras harinas, que se le ha reducido su contenido calórico por lo menos 35% en comparación con el alimento normal correspondiente.

2.4.2. Requisitos INEN

La normativa a seguir dentro del Ecuador para la formulación y los requisitos de galletas es la Norma NTE INEN 2085:2005 en donde se indica que: Las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas, observándose buenas prácticas de fabricación y a partir de materia primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación.

Además, se debe seguir la Norma NTE INEN 616:1992 para los requisitos y el tipo de harina destinada al consumo humano en Ecuador. Clasifica la harina según su uso, como panificación, repostería o elaboración de fideos, y detalla características físico-

químicas que deben cumplirse, Además, exige que esté libre de contaminantes, plagas o materiales extraños.

2.4.3. Principales materias primas e ingredientes

2.4.3.1. Harinas

Es la materia prima más importante en la elaboración de la galleta debido a que estas contienen la matriz de gluten que permite cohesión y textura al producto, además también contiene almidón que se encarga de absorber humedad y contribuir al volumen, la firmeza y la textura final (Loor, 2008).

La calidad de la harina influye directamente en la extensibilidad y resistencia de la masa, la capacidad de retención de grasa y agua, la textura final y el color del horneado.

2.4.3.2 Grasas

Para la realización de galletas es esencial el uso de grasas como la mantequilla, se debe entender que las grasas es otra macromolécula principal de los alimentos y aportan 9 kcal/g de energía, siendo este mucho mayor a lo que entrega las proteínas o los carbohidratos, siendo parte fundamental de la dieta para el desarrollo y crecimiento.

Es importante conocer la forma en que se encuentran las grasas o lípidos en los alimentos, por lo que se clasifican en tres grupos:

- Lípidos simples que son ésteres de ácidos grasos con alcoholes (grasas, aceites y ceras).
- Lípidos compuestos o complejos, son aquellos que tienen otros elementos como el nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido a más de los que presentan los lípidos simples (fosfolípidos, cerebrósidos y lipoproteínas).
- Compuestos derivados de la mezcla de los dos anteriores.

2.4.3.3 Azucares

El azúcar cumple múltiples funciones en la formulación de galletas, más allá de aportar dulzor. Su presencia es esencial para lograr el color, sabor, conservación del producto final y su textura principalmente como lo indican (Pareyt & Delcour, 2008). El azúcar actúa como un agente plastificante, disminuyendo el desarrollo del gluten en la harina y por tanto, favoreciendo una textura más suave y friable (desmenuzable). Además, durante el horneado, participa en reacciones de caramelización y reacción de Maillard, las cuales son responsables del color dorado característico y del desarrollo de compuestos aromáticos que mejoran el sabor.

2.5. Realización de procesos industriales

2.5.1. Cuantificación de proteínas

La cuantificación de proteínas se da por el método Kjeldahl, ya que este es un método reconocido y estandarizado por las normas INEN, específicamente la INEN 519. Este proceso consta de tres etapas principales: digestión, destilación y titulación. En la etapa de digestión, la muestra se trata con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador, lo que convierte el nitrógeno orgánico en sulfato de amonio. Luego, en la destilación, este compuesto se convierte en amoníaco mediante adición de una base, y se arrastra con vapor hacia una solución receptora. Finalmente, el amoníaco capturado se cuantifica por titulación con un ácido estándar.

2.5.2. Obtención de lípidos y su cuantificación

Una de las formas más tradicionales y curiosas de aprovechar al chontacuro en la Amazonía ecuatoriana es mediante la extracción de su grasa, conocida popularmente como "mantequilla de chontacuro". Este proceso consiste en calentar el cuerpo interior de los insectos a fuego medio, sin añadir ningún tipo de aceite, permitiendo que liberen su grasa natural poco a poco. El resultado es una sustancia untuosa, de color dorado claro, que al enfriarse adquiere una textura similar a la mantequilla. Esta grasa, rica en lípidos beneficiosos, se utiliza tanto en la cocina como en remedios caseros, y es valorada no solo por su sabor intenso y particular, sino también por las propiedades que se le atribuyen, entre ellas los ácidos grasos insaturados (omega 9, omega 6 y omega 3), la alta densidad calórica, su contenido de Vitaminas: A,D,E, B1,B12,B3.

El proceso de cuantificación de de lípidos incluye el método soxhlet en donde un disolvente se calienta se evapora y se condensa repetidas veces pasando a través de

las muestras y disolviendo los lípidos en su trayecto. Luego se realiza una separación de las grasas evaporando el disolvente y obteniendo únicamente el residuo lipídico.

Este método es ampliamente aceptado y estandarizado por normas técnicas ecuatorianas como la INEN 542 (para determinación de grasa). Garantizando precisión, reproducibilidad y comparabilidad de resultados. La confiabilidad del método Soxhlet lo convierte en una referencia en análisis de laboratorio de alimentos, especialmente para fines de etiquetado nutricional y control de calidad.

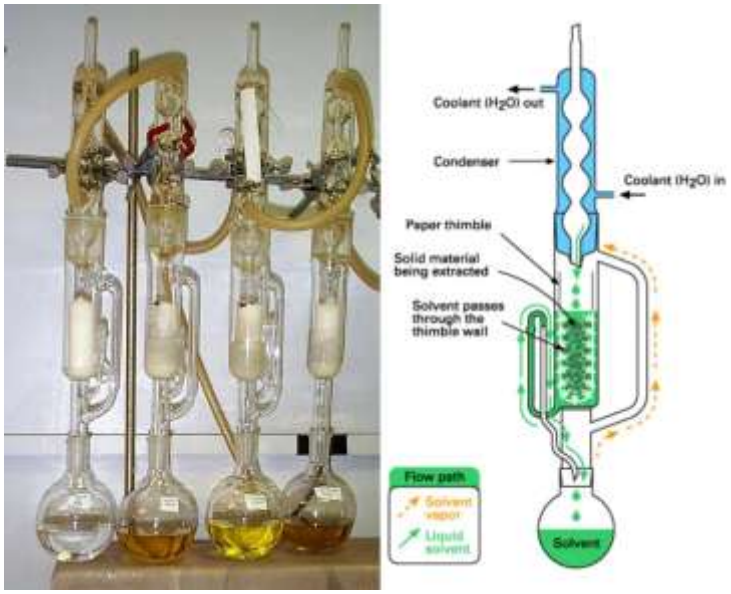


Figura 2. Aparato de experimentación Soxhlet

2.5.3. Obtención de Harinas

Las harinas de origen animal son algo bastante común en el mundo debido a su alta proporción de proteínas, estas se producen a través del procesamiento de carne, desechos de tejidos, huesos, vísceras y sangre de los animales mediante dos operaciones unitarias principalmente: La molienda y el secado o deshidratación.

El proceso de secado en la estufa según (Ramirez, 2006, 9,10) se divide en 3 etapas: El calentamiento inicial, el secado por evaporación del agua o secado primario, y el almacenamiento del producto seco en condiciones controladas. El proceso comienza cuando, debido al calentamiento, se inicia la evaporación del agua, la cual avanza progresivamente. La transferencia de masa ocurre por la migración de vapor de agua a través de la capa seca de la muestra, bajo la acción de una diferencia de

temperatura. Esta transferencia es más eficiente cuando la diferencia de temperatura es grande.

2.5.3.1. Secado en estufa

El proceso de secado en la estufa según (Ramirez, 2006, 9,10) se divide en 3 etapas: El calentamiento inicial, el secado por evaporación del agua o secado primario, y el almacenamiento del producto seco en condiciones controladas. El proceso comienza cuando, debido al calentamiento, se inicia la evaporación del agua, la cual avanza progresivamente. La transferencia de masa ocurre por la migración de vapor de agua a través de la capa seca de la muestra, bajo la acción de una diferencia de temperatura. Esta transferencia es más eficiente cuando la diferencia de temperatura es grande.

3. Materiales y métodos

3.1. Enfoque de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación de campo, ya que se elaboraron galletas de chontacuro obtenido en Limón Indanza, provincia de Morona Santiago, debido a que es un lugar de fácil acceso para la adquisición del mismo. Además, es una investigación de laboratorio descriptiva, porque no solo se describe el proceso de elaboración de la harina y galleta de chontacuro, sino también se evalúan sus parámetros fisicoquímicos y bromatológicos.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación del presente trabajo es cuasiexperimental, ya que se varió la proporción de harina de chontacuro en la formulación de las galletas, utilizando 4 niveles de sustitución (0%, 25%, 50% y 75%), con el fin de determinar la composición de mayor aceptación.

3.2. Metodología

3.2.1. Variables independientes

- Porcentaje de harina de trigo.
- Porcentaje de harina de chontacuro.

3.2.2. Variables dependientes

- Variables organolépticas (color, olor, sabor y textura).
- Variables fisicoquímicas (humedad, pH) al producto de mayor aceptación.
- Variables bromatológicas (proteínas y grasa) al producto de mayor aceptación.

3.2.3. Equipos y materiales

3.2.3.1. Equipos

- Balanza analítica
- Balanza termogravimétrica
- Secador
- Balanza de humedad
- Higrómetro

- Extractor Soxlet
- Destilador Kjendahl
- Mufla
- Desecador
- Plancha eléctrica
- Batidora eléctrica de marca Kitchen-aid
- Molino
- Horno de bandeja
- Bandejas de acero inoxidable

3.2.3.2. Materias primas

- Larvas de chontacuro (Rhynchophorus palmarum)
- Azúcar blanca
- Azúcar morena
- Huevos
- Polvo de hornear
- Harina de trigo

3.2.4. Métodos y técnicas

3.2.4.1. Determinación de proteínas

El análisis de proteínas se realizó mediante la norma técnica NTE INEN 519:1981, la cual establece el método para determinar el contenido de proteína en harinas de origen vegetal mediante el método Kjeldahl.

Fundamento:

Al someter la muestra a digestión con ácido sulfúrico concentrado y un catalizador, la muestra se oxida, transformándose en dióxido de carbono y agua. El nitrógeno presente en las proteínas se convierte en amonio, el cual queda retenido en forma de sulfato de amonio por la presencia del ácido. En la etapa de destilación, se añade una base fuerte (NaOH) que alcaliniza el medio, liberando el amoníaco. Este gas es arrastrado por el vapor y capturado en una solución de ácido sulfúrico 0.1 N, que contiene un indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol), lo que permite la posterior valoración con hidróxido de sodio 0.1 N.

Preparación de la muestra

1. Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
2. La cantidad de muestra debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
3. Se homogeneiza la muestra.

Digestión

1. La determinación debe hacerse por duplicado.
2. Pesar, con aproximación al 0.1 mg de 0.7 g a 2.2 g de la muestra y transferir al matraz Kjeldahl.
3. Agregar 20 cc de ácido sulfúrico concentrado.
4. Agregar 1g de sulfato de sodio (Na_2SO_4) y 0,1g de Sulfato de Cobre ($CuSO_4$).
5. Agitar cuidadosamente el matraz y colocarlo en la hornilla. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma y luego aumentar el calentamiento, rotando el matraz frecuentemente durante la digestión, hasta que el contenido del matraz se presente cristalino; continuar el calentamiento durante dos horas y dejar enfriar.
6. Dejar enfriar y trasvasar el contenido a un balón de aforo de 250 ml, aforar con agua destilada.
7. Tomar una alícuota de 25 ml y colocarla en el tubo de destilación Kjeldahl.

Destilación

1. Realizar la destilación y recibir el contenido gaseoso en un erlenmeyer con 10 cc de H_2SO_4 0.1N, agregar 2 gotas de indicador Shiro tashiro.
2. Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento.

Titulación

1. Titular con NaOH 0.1N
2. Anotar el volumen consumido.

Figura 3. Inicio de la digestión

Figura 4. Final de la digestión

Figura 5. Equipo usado para la destilación

3.2.4.2. Determinación de grasa

El análisis de grasas se realizó mediante la norma técnica NTE INEN 541:1980-12, la cual establece el método para determinar la materia grasa en alimentos para animales mediante el método Soxhlet.

Fundamento:

La grasa contenida por la galleta es solubilizada por el éter de petróleo el cual pasa múltiples veces en contacto con la muestra encapsulada en un filtro de papel dentro del equipo Soxhlet. La grasa es recogida en el balón del equipo y cuantificada por gravimetría.

Procedimiento:

1. Pesar de 4 a 5 g de muestra previamente triturada y encapsularla en un papel filtro.
2. Ubicar la cápsula dentro del equipo
3. En el balón del equipo Soxhlet previamente pesado sin humedad, verter 50 ml de éter de petróleo.
4. Cronometrar 3 horas a partir del primer sifonamiento.
5. Transcurrido el tiempo retirar poco a poco el éter que se encuentra en la parte superior del equipo para aumentar la concentración de la grasa en el balón.
6. Someter a secado el balón hasta obtener un peso constante.
7. Determinar la grasa presente mediante un balance gravimétrico.

Figura 6. Proceso de extracción Soxhlet

3.2.4.3. Determinación de humedad

El análisis de humedad se realizó mediante la norma técnica NTE INEN 518.

Fundamento:

La balanza termogravimétrica se encarga de medir los cambios de masa de la muestra al someterla al calentamiento del equipo mismo. El proceso para automáticamente al obtener un peso constante después del proceso de calentamiento registrado.

Procedimiento:

1. Pesar 10 a 15 g sobre una bandeja de aluminio en la balanza
2. Cerrar el equipo y anotar la humedad que registre el equipo al terminar el proceso

3.2.4.5. Determinación de pH

Se siguió la normativa NTE INEN 526:2012 que rige la determinación de pH en harinas de origen vegetal, debido a que es la marcada en la norma NTE INEN 2 085:2005 que es la norma técnica de requisitos para galletas.

Fundamento:

Por medio de un potenciómetro de vidrio, se mide la concentración de iones hidrógeno contenidos en la muestra preparada según la normativa.

Procedimiento:

1. Las muestras deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos, completamente llenos para evitar espacios con aire.
2. La muestra debe ser representativa y bien homogenizada.
3. Pesar, con aproximación al 0,1 mg, 10 g de muestra preparada y colocar en el vaso de precipitados, añadir 100 cc de agua destilada, recientemente hervida y enfriada, y agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
4. Continuar la agitación durante 30 minutos a 25°C, de modo que las partículas de almidón se mantengan en suspensión, y dejar en reposo durante 10 minutos para que el líquido se decante.
5. Verter el sobrenadante en el vaso de precipitación.

6. Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido sobrenadante, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

Tabla 5. Requisitos bromatológicos para galletas

	Min	Máx
pH en solución acuosa al 10%	5.5	9.5
Proteína %(%N x 5.7)	3.0	-
Humedad %	-	10.0

Tabla de requisitos bromatológicos para galletas según la norma NTE INEN 2 085:2005.

3.2.5. Proceso de elaboración de la harina de la piel de la larva del chontacuro

3.2.5.1. Recepción de la materia prima

100 larvas traídas de Limón Indanza (Morona Santiago), con un peso total de 1040 gr se colocaron en una bandeja de plástico y se retiraron cuerpos extraños notables como ramas, hojas o restos del tronco de la palma de la chonta.

Figura 7. Larvas frescas de chontacuro

3.2.5.2. Lavado y desinfección

Las larvas se lavaron con agua ambiente para retirar la materia orgánica pegada a la piel de las larvas; posteriormente se pasó por una solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 0.5 ppm para desinfectar las larvas.

Figura 8. Lavado manual de las larvas

Figura 9. Desinfección con solución de cloro al 0.5 ppm

3.2.5.3. Descabezado

Se extrajo la cabeza de las larvas con un cuchillo de acero inoxidable.

3.2.5.4. Eviscerado

Se hizo un corte longitudinal en el abdomen y se removió el contenido graso del interior, la grasa fue almacenada en un recipiente de vidrio.

3.2.5.5. Lavado

Se lavaron los residuos grasos de la piel de la larva con agua potable a temperatura ambiente.

3.2.5.6. Escaldado

Se pasaron las pieles por agua potable hirviendo por 1-2 minutos para detener el pardeamiento enzimático de las pieles.

Figura 10. Proceso de escaldado

3.2.5.7. Deshidratado

Las pieles se colocaron en una bandeja de aluminio y se colocaron en el secador por 2 horas a una temperatura de 55°C.

Figura 11. Pieles en proceso de deshidratación

3.2.5.8. Enfriado

Dejar que la piel alcance al menos una temperatura de 20 °C para proceder con la molienda.

Figura 12. Pieles Deshidratadas

3.2.5.9. Molienda

Las pieles se colocaron en un molino para obtener una primera disminución de tamaño.

Figura 13. Molienda de las pieles

3.2.5.10. Pulverizado

Las pieles deshidratadas se convierten en harina, con un tamaño de 2.5 micras por medio del uso de una licuadora.

3.2.5.11. Envasado y almacenado

La harina obtenida se envasó en fundas zip-lock evitando la presencia de burbujas en el interior. Las mencionadas bolsas fueron almacenadas a temperatura ambiente sin exposición directa al sol, para maximizar su tiempo de vida.

.

3.2.5.12. Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de la piel de la larva del chontacuro.

Gráfica 1. Elaboración de harina a partir de la piel del chontacuro

3.2.6. Proceso de obtención de la manteca de chontacuro

3.2.6.1. Recepción de materia prima

Se usa el tejido lipídico extraído de las larvas de chontacuro obtenido en el proceso de obtención de su piel, el cuál fué almacenado en un recipiente de vidrio.

3.2.6.1. Lavado

El contenido lipídico del interior de la larva se lava con agua potable a temperatura ambiente.

3.2.6.2. Termo Procesamiento

El tejido adiposo se calentó en sartén a 70 °C durante aproximadamente 15 minutos, con agitación constante para evitar la degradación térmica. El proceso se consideró concluido al observarse la separación de fases lipídicas: una fase líquida constituida por el aceite fundido de color claro y una fase sólida residual.

Figura 14. Termo Procesamiento de las vísceras

3.2.6.3. Filtración

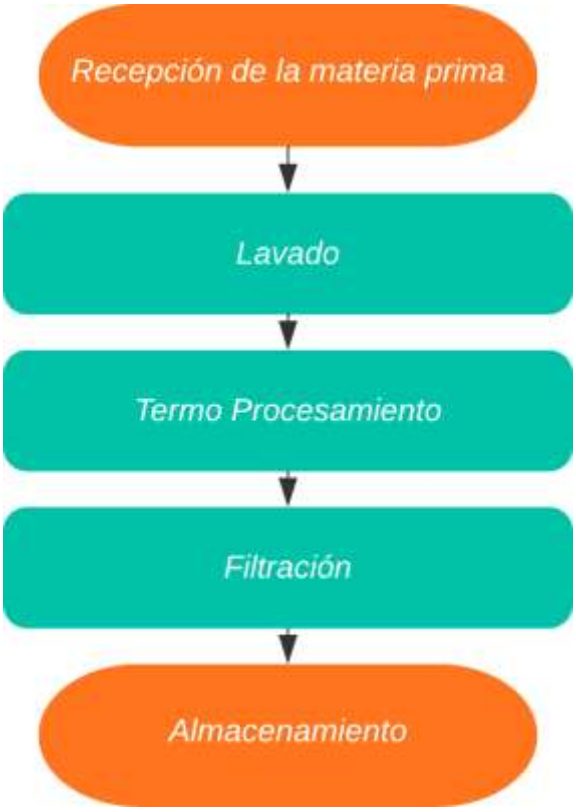
Las fases lipídicas sólidas y líquidas se separan por filtración a presión por una tela de quesero.

Figura 15. Filtrado para la separación de la fase líquida

3.2.6.4. Almacenamiento

El aceite recolectado se guarda en un recipiente de vidrio en refrigeración, para permitir su estabilización y conservación en forma de manteca.

3.2.6.5. Diagrama de flujo para la obtención de la manteca de chontacuro



Gráfica 2. Proceso de obtención de la manteca de chontacuro

3.2.7. Proceso de elaboración de galletas a base de harina y manteca de chontacuro

3.2.7.1. Recepción de materia prima

Se usó la harina previamente almacenada en fundas zip-lock.

3.2.7.2. Pesado

Se pesaron los ingredientes en una balanza digital.

3.2.7.3. Mezclado

Los ingredientes se vertieron en un bowl de acero inoxidable y se mezclaron con una batidora eléctrica hasta obtener homogeneidad en la masa.

3.2.7.4. Reposado

Se dejó reposar la masa por 30 min en refrigeración hasta que se expanda.

3.2.7.5. Moldeado

Se formaron pequeñas bolas de la masa de galletas de aproximadamente 20 cm de diámetro, colocándolas en una bandeja de aluminio para su posterior horneado.

Figura 16. Moldeado de las galletas

3.2.7.6. Pre-calentamiento del horno

El horno se precalentó 20 minutos antes a una temperatura de 180 °C para obtener una buena distribución de la temperatura.

3.2.7.7. Horneado

Las galletas se hornearon por 12 minutos a una temperatura constante de 180 °C.

Figura 17. Resultado de las galletas horneadas

3.2.7.8. Enfriamiento

Las galletas una vez horneadas se dispusieron en un recipiente tapado con servilletas para que alcancen una temperatura ambiente.

3.2.7.9. Almacenamiento

Se guardó las galletas en un recipiente de vidrio para su almacenamiento y conservación.

3.2.7.10. Diagrama de flujo para la elaboración de las galletas de chontacuro

Gráfica 3. Proceso de elaboración de galletas a base de harina y manteca de chontacuro

3.2.2. Tratamientos

El tratamiento recomendado por (DEL CARMEN, 2020) para secar las pieles del chontacuro, consiste en un tratamiento en un deshidratador de bandejas a 55 °C por 2 horas, sin embargo, el equipo solo permitía una temperatura de 57°, siendo esta la única variación:

Tabla 6. Tratamiento de deshidratación

	T
Tiempo (Horas)	6
Temperatura (°C)	65

Tratamiento recomendado para secar la piel del chontacuro (DEL CARMEN, 2020).

3.2.2.1 Formulación para las galletas

Tabla 7. Formulaciones de las galletas

	Fórmula							
	1		**2**		**3**		**4**	
Ingredientes	(g)	%	(g)	%	(g)	%	(g)	%
Harina de Trigo	45.95	27.32	34.46	20.49	22.97	13.66	0	6.83
Harina de Chontacuro	0	0	11.49	6.83	22.97	13.66	45.95	20.49
Azúcar Blanca	29.45	17.51	29.45	17.51	29.45	17.51	29.45	17.51
Azúcar Morena	44.18	26.27	44.18	26.27	44.18	26.27	44.18	26.27
Manteca de Chontacuro	0	0	33.28	19.79	33.28	19.79	33.28	19.79
Mantequilla	33.28	19.79	0	0	0	0	0	0
Huevos (Unidades)	0.5	8.76	0.5	8.76	0.5	8.76	0.5	8.76
Polvo de Hornear	0.6	0.35	0.6	0.35	0.6	0.35	0.6	0.35
Total	153.96	100	153.96	100	153.96	100	153.96	100

Formulaciones empleadas en las galletas.

3.2.8. Recolección de datos

Para realizar los análisis sensoriales de las galletas y determinar si existen diferencias significativas de los parámetros entre las formulaciones, además de definir cuál formulación tuvo mayor aceptación, se consideró como población de referencia el promedio de usuarios por hora del gimnasio Dorian, ubicado en la calle González Suárez (Cuenca - Ecuador). Los datos complementarios utilizados para este cálculo se detallan en la tabla 8.

Tabla 8. Valores para la cuantificación de la muestra

N	32
k	1.96
e	0.05
p	0.5
q	0.5

Valores usados para el cálculo del tamaño de la muestra.

Donde:

- N: Población
- k: Nivel de confianza
    - 95% de confianza k = 1,96.
- e: Margen de error aceptable
- p: Proporción esperada de éxito
- q: Proporción de fracaso

A cada uno se les entregó cuatro galletas con las distintas formulaciones (0%, 25%, 50%, 75%) de harina de larva Rhynchophorus palmarum.

Para evaluar las propiedades sensoriales, se proporcionó a los participantes una tabla con una escala hedónica (del 1 al 5) para cada parámetro con el fin de cuantificar sus apreciaciones cualitativas.

Tabla 9. Escala hedónica usada

Puntaje	Categoría
5	Me encanta
4	Me gusta
3	Ni me gusta, Ni me disgusta
2	Me disgusta
1	Me disgusta mucho

Categoría y puntaje de la escala hedónica para el análisis sensorial de las galletas.

Tabla 10. Tabla de calificación

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			

Tabla de calificación sensorial provista a los participantes.

3.2.9. Análisis estadístico

En este estudio se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos y 1 testigo, aplicando encuestas a 30 participantes del gimnasio Dorian durante un período de 12 horas.

El análisis consideró dos fuentes de variación: los tratamientos y el error aleatorio, con el objetivo de evaluar de manera práctica las diferencias en la percepción sensorial entre las formulaciones de galletas.

Posteriormente, mediante un análisis de varianza (ANOVA) junto con la prueba de Tukey al 5%, se determinó si existían diferencias significativas en cada parámetro evaluado. Además, al comparar los promedios generales, se identificó la formulación con mayor aceptación, la cual fue sometida a pruebas químicas y bromatológicas para contrastar sus resultados con los de una galleta genérica del mercado.

4. Resultados

4.1. Resultados de las encuestas realizadas

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a 30 participantes, miembros del gimnasio Dorian, fueron procesadas estadísticamente mediante el análisis de varianza ANOVA y prueba Tukey al 5% siendo los resultados manifestados en las tablas 11, 12 y 13.

4.1.1. Evaluación del color

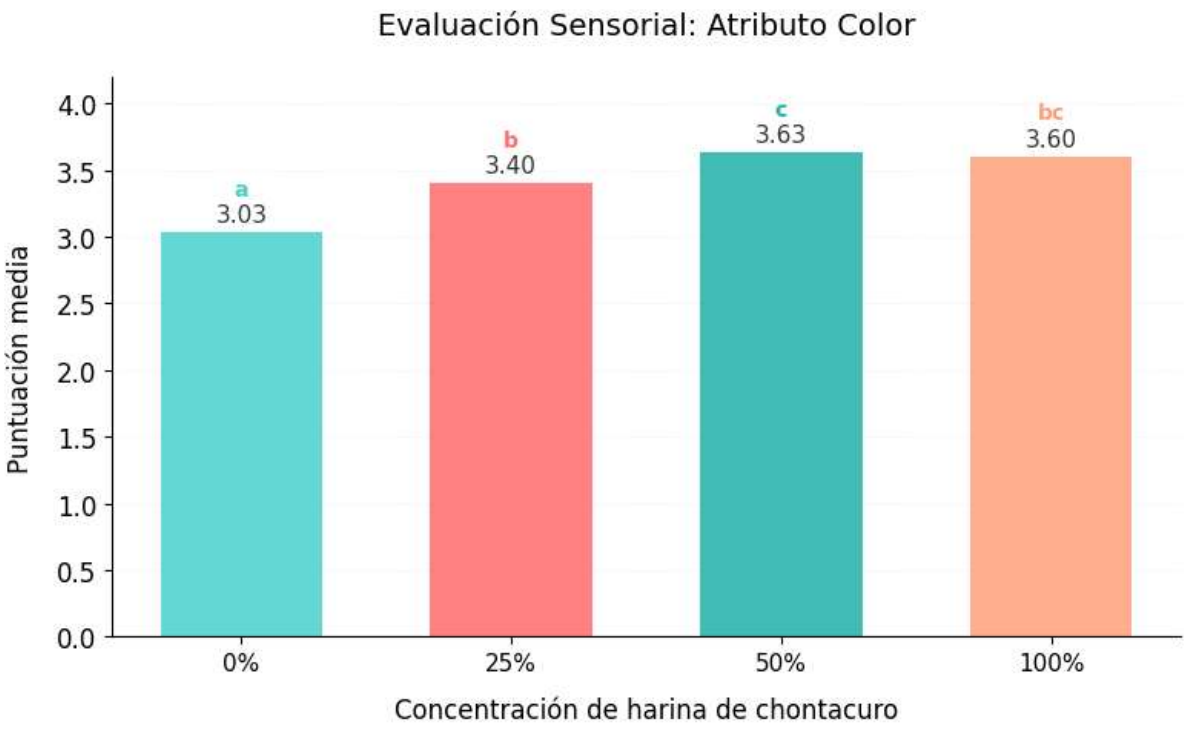
En la tabla 11 se observó que los resultados de las encuestas en la evaluación del color mostraron diferencias significativas entre las formulaciones (*p* < 0,001). La galleta con harina de chontacuro de mayor aceptación fue, de acuerdo a los porcentajes, la de 50% con una media de 3,63; seguida de la de 100% con una media de 3,60; y luego la de 25% con una media de 3,40. La de menor aceptación fue la de 0%, con una media de 3,03.

Se evidenció además que el coeficiente de variación del 28.5% verifica que sí existe diferencia significativa entre las formulaciones; esto se confirmó con la prueba Tukey al 5%, donde las galletas con letras distintas son significativamente diferentes. Sin embargo, la galleta con mejor aceptación (100% de harina de chontacuro), no es significativamente diferente de las galletas con 0% y 50% de harina de chontacuro.

Tabla 11. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del color

Variable	N	R^2	Aj	CV	
Color	120	0.184	0.162	28.5	
Tratamientos	**Medias**	**n**	**E.E**	**Categorías**	**p-valor**
0%	3.03	30	0.182	A	< 0.001
25%	3.40	30	0.201	B	< 0.001
50%	3.63	30	0.219	C	< 0.001
100%	3.60	30	0.164	BC	< 0.001

Resultado del análisis de varianza ANOVA en los tratamientos.



Gráfica 4. Resultados de la evaluación del color

4.1.2. Evaluación del olor

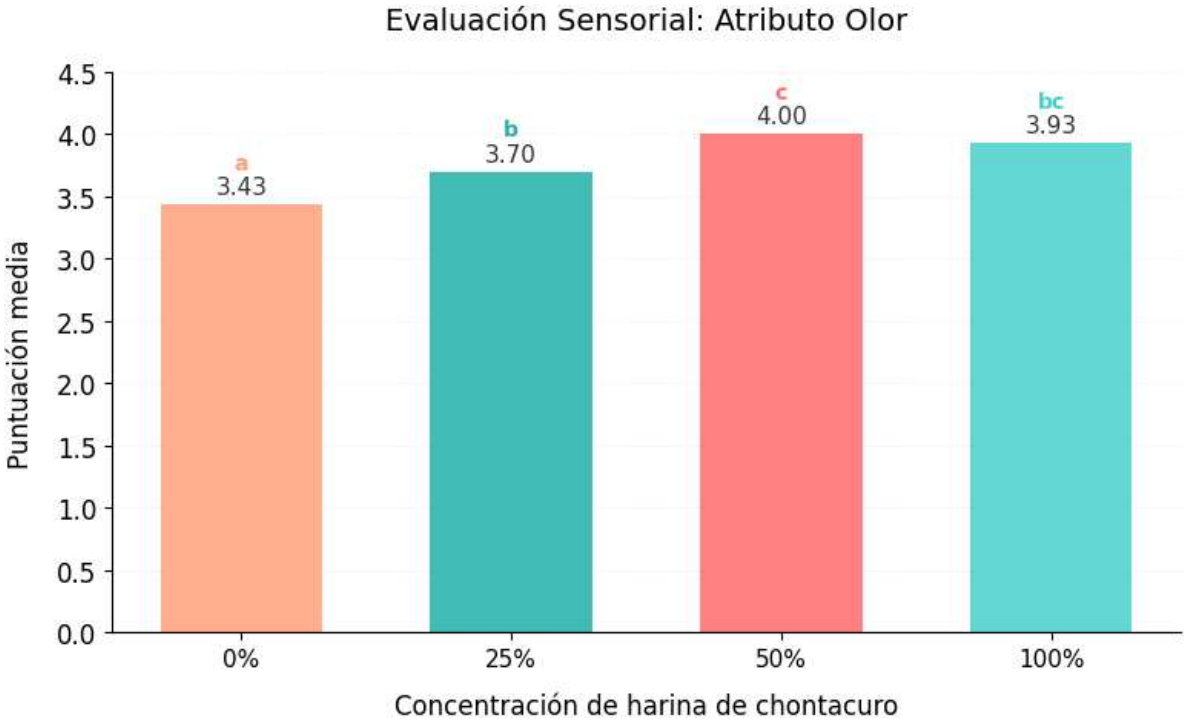
Los datos presentados en la tabla 12 revelaron variaciones estadísticamente significativas en la evaluación del olor entre las diferentes formulaciones analizadas (*p* < 0,001). El análisis de los porcentajes de aceptación demostró que la preparación con 50% de harina de chontacuro obtuvo la mejor valoración con una media de 4,00, superando ligeramente a la formulación al 100% con una media de 3,93. La versión con 25% de este ingrediente alcanzó una puntuación intermedia (media = 3,70), mientras que la muestra control (0% de harina de chontacuro) registró los valores más bajos (media = 3,43).

Se evidenció además que el coeficiente de variación del 24.3% verifica que sí existe diferencia significativa entre las formulaciones; esto se confirmó con la prueba Tukey al 5%, donde las galletas con letras distintas son significativamente diferentes

Tabla 12. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del olor

Variable	N	R^2	Aj	CV	
Color	120	0.218	0.197	24.3	
Tratamientos	**Medias**	**n**	**E.E**	**Categorías**	**p-valor**
0%	3.43	30	0.203	A	< 0.001
25%	3.70	30	0.224	B	< 0.001
50%	4.00	30	0.179	C	< 0.001
100%	3.93	30	0.185	BC	< 0.001

Resultado del análisis de varianza ANOVA en los tratamientos.



Gráfica 5. Resultados de la evaluación del olor

4.1.3. Evaluación del sabor

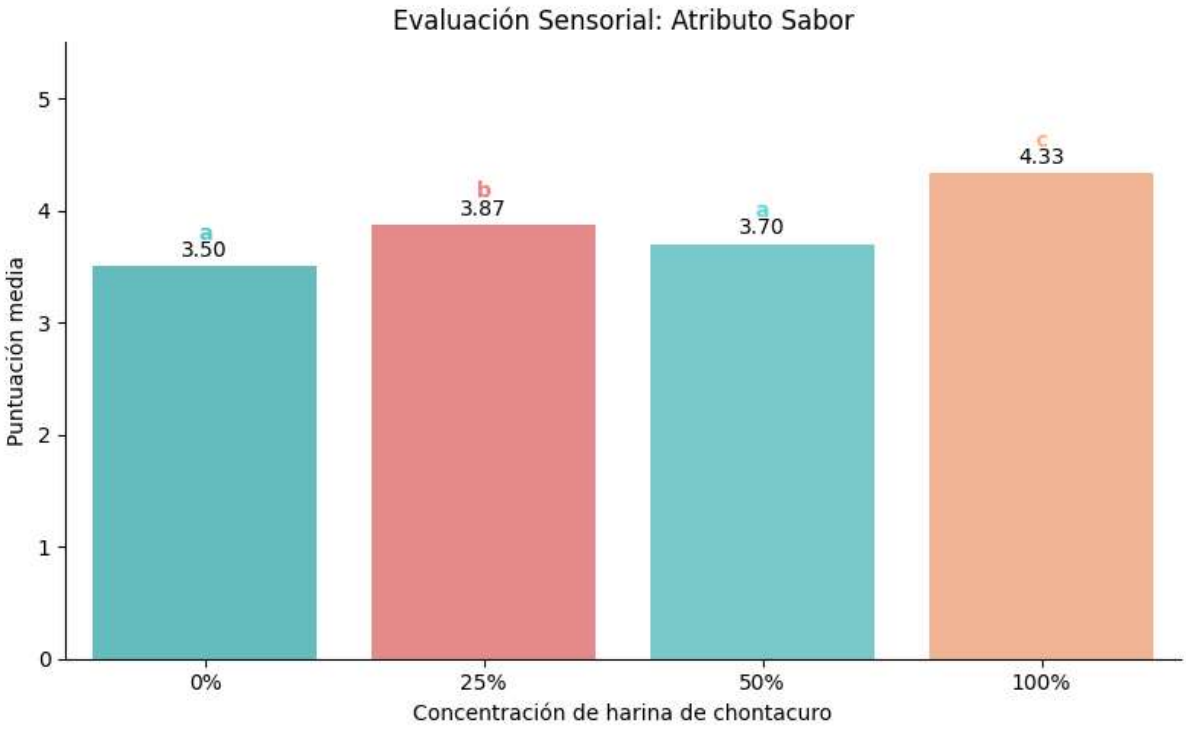
El análisis estadístico de los resultados tabla 13 evidenció diferencias extremadamente significativas en la percepción del sabor entre las distintas formulaciones evaluadas (*p* < 0,001). Según los datos recopilados, la preparación que incorporó un 100% de harina de chontacuro destacó notablemente, alcanzando la puntuación más elevada con una media de 4,33. Le siguieron en preferencia la versión al 25% con una media de 3,87 y posteriormente la versión al 50% con una media de 3,70, mientras que la formulación sin harina de chontacuro 0%, obtuvo sistemáticamente las valoraciones más bajas (media = 3,50).

Se evidenció además que el coeficiente de variación del 20.1% confirma la existencia de diferencias significativas entre las formulaciones; esto se corroboró con la prueba Tukey al 5%, donde las galletas con letras distintas (a, b, c) son significativamente diferentes, dónde: la galleta con 100% de harina de chontacuro es estadísticamente mejor que el resto.

Tabla 13. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial del sabor

Variable	N	R^2	Aj	CV	
Color	120	0.452	0.441	20.1	
Tratamientos	**Medias**	**n**	**E.E**	**Categorías**	**p-valor**
0%	3.50	30	0.188	A	p < 0.001
25%	3.87	30	0.213	B	
50%	4.70	30	0.221	A	
100%	4.33	30	0.118	C	

Resultado del análisis de varianza ANOVA en los tratamientos.



Gráfica 6. Resultados de la evaluación del sabor

4.1.4. Evaluación de la textura

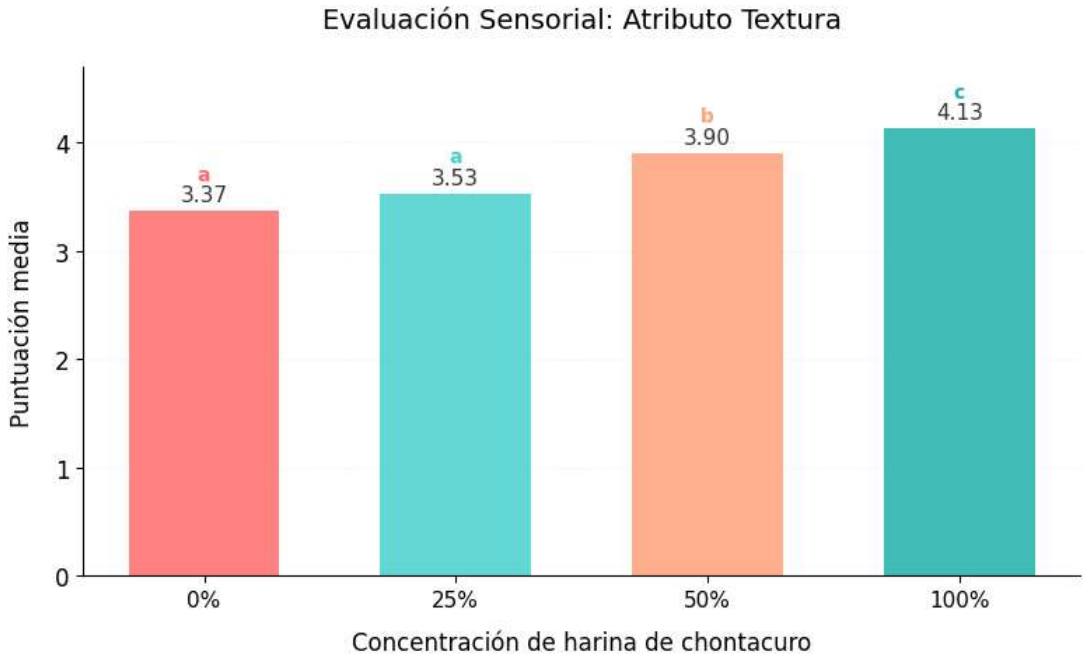
El análisis de los datos de textura Tabla 14 demostró variaciones significativas entre las diferentes formulaciones evaluadas (*p* < 0.001). En términos de preferencia sensorial, las galletas con 100% de harina de chontacuro alcanzaron la máxima puntuación con una media de 4.13, superando a las formulaciones con 50% con una media de 3.90 y 25% con media 3.53. Las muestras sin harina de chontacuro 0% registraron los valores más bajos (media = 3.37).

El análisis del coeficiente de variación (26.7%) junto con la prueba Tukey al 5% permitió establecer tres grupos significativos distintos (a, b, c), donde: las galletas con 0% y 25% de harina de chontacuro no son significativamente diferentes, siendo estas las de menor aceptación; mientras que la galleta con 100% de harina de chontacuro si es estadísticamente mejor que el resto.

Tabla 14. Análisis ANOVA y Tukey al 5% de la evaluación sensorial de la textura

Variable	N	R^2	Aj	CV	
Color	120	0.275	0.255	26.7	
Tratamientos	**Medias**	**n**	**E.E**	**Categorías**	**p-valor**
0%	3.37	30	0.212	A	< 0.001
25%	3.53	30	0.198	A	< 0.001
50%	3.90	30	0.232	B	< 0.001
100%	4.13	30	0.184	C	< 0.001

Resultado del análisis de varianza ANOVA en los tratamientos.

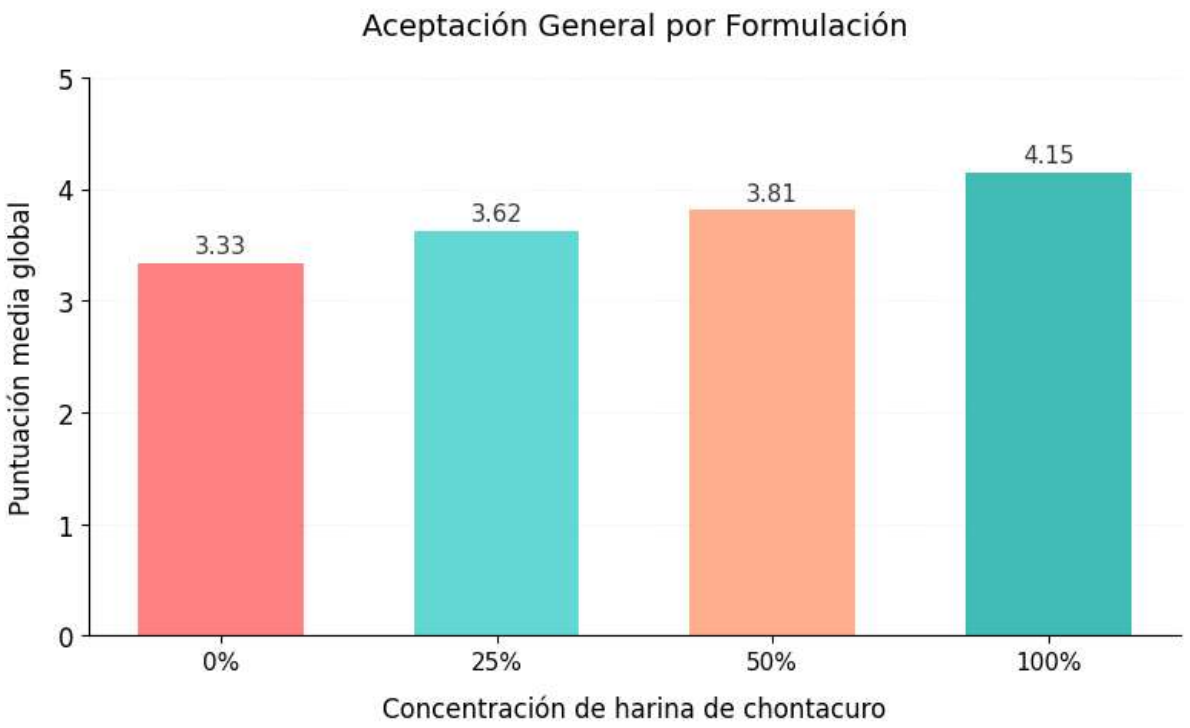


Gráfica 7. Resultados de la evaluación de la textura

.

4.1.5. Identificación de la galleta de mayor aceptación

Para identificar la galleta con la mejor aceptación general, se realizó un promedio de todas las características acumuladas para cada formulación de galleta, resultando la galleta con 100 de harina de chontacuro, la galleta con mejor aceptación entre los participantes encuestados, este criterio se usó para seleccionar la galleta que sería sometida posteriormente a los ensayos fisicoquímicos y bromatológicos.



Gráfica 8. Resultados de la aceptación general en función de la media de todos los parámetros

4.2. Resultados del análisis bromatológico y fisicoquímico

Los análisis bromatológicos se realizaron a la galleta con 100% de harina de chontacuro, que fue la de mayor aceptación. Los parámetros evaluados fueron proteína, humedad, grasa y pH, obteniendo un valor de 6.56% de humedad, 14.57% de proteínas y un pH de 7.2. Estos resultados bromatológicos se encuentran dentro de los parámetros de aceptación de las galletas según la norma técnica INEN 2085. Adicionalmente, se realizó el análisis de la grasa presente en las galletas para evaluar su impacto al usar la manteca del chontacuro en sustitución de la mantequilla.

Tabla 15. Resultados del análisis bromatológico y fisicoquímico

	Unidad	Valor	mínimo	Máximo
Humedad	%	6.56	5.5	9.5
Proteínas	%	14.57	3.0	-
pH		6.82	-	10
Grasa	%	18.25		

Tabla de resultados del análisis bromatológico y fisicoquímico para la galleta con 100% de harina de chontacuro.

4.3 Costos

El costo calculado, se realizó para la galleta de mayor aceptación (100% de harina de chontacuro). Los resultados reflejados en la tabla 16 fueron calculados a partir del balance másico del proceso realizado a las 100 larvas de chontacuro traídas de Limón (Morona santiago-Ecuador) para la elaboración de las galletas de chontacuro.

Tabla 16. Composición en masa del chontacuro

Elemento	% en masa
Piel de la larva	38.07
Harina obtenida de la piel	6.62
Contenido visceral de la larva	26.24
Grasa de la larva	29.07

Tabla de composición del chontacuro elaborada a partir del análisis de 100 larvas, cuyo peso total fue de 1040 g, considerado como el 100 % de la muestra analizada.

A partir de esta información, considerando que el costo de 1040 g correspondiente a 100 larvas de chontacuro, se procedió con el análisis de los costos presentados en la tabla 17.

Tabla 17. Análisis de costos por kilo

Parámetro	$ por Kilo	$ funda de galletas (220 gr)
Harina y manteca de Chontacuro	70.00	4.18
Azúcar Blanca	1.08	0.04
Azúcar Morena	1.03	0.06
Huevos	3.00	0.07
Polvo de Hornear	5.00	0.003
Horneado		0.10
Empacado		0.06
Total		4.513

Tabla de costos ajustados a la formulación de las galletas presentado en la tabla 7.

5. Discusión

5.1 Aceptación

Las galletas elaboradas con 100% de harina de chontacuro obtuvieron la mayor aceptación, principalmente debido a su sabor, el cual mostró una diferencia significativa frente a los demás tratamientos con menor contenido de esta harina. Aunque presentaron parámetros de color y olor menos aceptables en comparación con las otras formulaciones, la preferencia por el sabor determinó que la versión con 100% de harina de chontacuro fuera estadísticamente más aceptada que las demás.

A diferencia del trabajo de Jácome Gallardo (2015), donde la mayor aceptación correspondió a las galletas sin harina de chontacuro (0%) y disminuía al incrementar su proporción (25%, 50%, 75%), en este estudio la mejor aceptación se obtuvo con la formulación al 100%. Esta diferencia podría deberse a la inclusión de grasa recuperada de las vísceras larvarias, la cual pudo mejorar el perfil sensorial, especialmente el sabor, en comparación con las galletas evaluadas anteriormente.

5.2. Análisis Físico Químico y Bromatológico

Los resultados obtenidos en cada uno de los análisis fueron satisfactorios, ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la normativa NTE INEN 2085:2005. En cuanto al contenido proteico, se alcanzó un valor de 14,57%, lo cual representa una cantidad significativamente superior en comparación con productos comerciales como las galletas Chips Ahoy, que reportan un contenido de 3,78%. Este resultado es favorable, considerando que uno de los objetivos del desarrollo del producto era maximizar el aporte proteico.

Por otro lado, el contenido de grasa en las galletas formuladas fue de 18,25%, un valor cercano al promedio comercial de aproximadamente 20% que presentan productos similares como las Chips Ahoy. Esta similitud es coherente, dado que la formulación utilizó una matriz lipídica derivada de las vísceras del chontacuro, la cual actúa como fuente de grasa en forma de manteca. Esta característica podría explicar la ligera diferencia y sugiere que el contenido graso del producto puede mantenerse relativamente constante en relación a galletas comerciales en futuras producciones.

En cuanto a la acidez titulable, el valor obtenido fue de 6,82, lo cual se encuentra dentro de los rangos permitidos por la norma. Este resultado es coherente con lo esperado, ya que el

pH de una galleta suele estar cercano a la neutralidad, lo que contribuye a una mejor estabilidad del producto y a su aceptación sensorial.

En cuanto al contenido de humedad, este se encuentra dentro del rango permitido según la normativa, aunque ligeramente por encima de lo esperado. Esta variación podría atribuirse a la absorción de humedad del ambiente, ya que, durante el almacenamiento y análisis, las galletas no se mantuvieron de forma constante en un ambiente controlado o con condiciones neutras de humedad.

Estos resultados validan la viabilidad de usar ingredientes derivados del chontacuro no solo como sustitutos funcionales, sino también como potenciadores nutricionales en la industria alimentaria, abriendo paso a productos innovadores y más saludables.

5.3. Costos

El costo actual de las larvas de chontacuro elevan el costo de la galleta de una forma crítica esto es debido a que el costo actual de las larvas de chontacuro (Rhynchophorus palmarum) se encuentra en 50 centavos la unidad es decir, alrededor de 48 dólares el kilo, un costo demasiado elevado y poco rentable. Sin embargo, este costo es reflejado por el actual medio de obtención de la larva que se basa únicamente en la recolección manual de las larvas de los troncos de palmas caídas en el bosque, lo que significa grandes esfuerzos para recolectar una escasa cantidad de larvas.

Sin embargo, según (López Suarez, 2016), estudia la factibilidad de un método de cría de las larvas mediante un sustrato conformado por caña de azúcar, polvo de arroz, urea, agua, minerales y vitaminas; esto se realizó mediante el análisis de 3 niveles.

1. Caña 40,45%, polvo de arroz 12,14%, urea 0,70%, agua 46,60, minerales 0,07% y vitaminas 0,04%.
2. Caña 41,34%, polvo de arroz 12,34%, urea 0,26%, agua 45,95%, minerales 0,07 % y vitaminas 0,04%.
3. Caña 39,85%, polvo de arroz 11,94%, urea 1,15%, agua 46,95%, minerales 0,07% y vitaminas 0,04%.

El nivel 1 mostró el mejor resultado para la ganancia de peso con una media de 10.66% en 120 días.

La factibilidad actual del uso de la harina y manteca de chontacuro es prácticamente nula, pero ante la posibilidad de iniciar la cría de las larvas en un medio controlado con un sustrato tan económico y de fácil acceso como lo es la caña de azúcar, la factibilidad se eleva de forma inmediata al disminuir drásticamente el costo de la materia prima. Marcando a su vez un medio más fácil y ecológicamente apropiado para las comunidades indígenas del oriente al poder cultivar y vender el chontacuro de una forma más fácil y rentable.

.

6. Conclusiones

- La harina y la grasa extraídas del chontacuro (Rhynchophorus palmarum) demostraron ser ingredientes viables para la elaboración de galletas, tanto desde el punto de vista nutricional como sensorial. Su inclusión permitió desarrollar un producto con altos valores proteicos y buena aceptación por parte de los consumidores. El gran problema que afronta esta materia prima es el elevado costo (aproximadamente $0,50 por unidad) representa un obstáculo importante para la producción masiva y la comercialización del producto. Este precio está ligado a la recolección manual tradicional. No obstante, la implementación de sistemas de cultivo en granjas con sustratos alternativos (como caña de azúcar y polvo de arroz) podría reducir significativamente los costos de producción y mejorar la rentabilidad del proyecto.
- Las galletas formuladas con un 100% de harina de chontacuro demostraron tener un perfil nutricional significativamente más favorable en comparación con productos comerciales convencionales. El contenido proteico alcanzado fue del 14,57%, lo cual triplica e incluso cuadruplica el valor reportado para galletas como Chips Ahoy (3,78%). Este incremento en el aporte proteico es altamente relevante desde el punto de vista nutricional, especialmente en contextos donde las dietas presentan deficiencias de proteínas de alta calidad biológica. De las cuatro formulaciones evaluadas (0%, 25%, 50% y 100% de harina de chontacuro), la muestra con el 100% obtuvo la mejor calificación en sabor y textura, siendo estadísticamente significativa respecto a las demás. Esto demuestra la alta aceptación del producto final pese a la inclusión total del insecto en forma de harina.
- De las cuatro formulaciones evaluadas (0%, 25%, 50% y 100% de harina de chontacuro), la muestra con el 100% obtuvo la mejor calificación en sabor y textura, siendo estadísticamente significativa respecto a las demás. Al presentar al insecto en forma de harina y grasa, dentro de un alimento de consumo cotidiano como la galleta, se logró una mayor aceptación del público. Este enfoque puede ser clave para reducir el rechazo cultural hacia el consumo de insectos, facilitando su incorporación progresiva en la dieta urbana.
- La incorporación del chontacuro como materia prima en productos alimenticios procesados como las galletas representa una estrategia integral con múltiples beneficios. Desde la perspectiva social, además, el desarrollo de microgranjas para la cría controlada del chontacuro ofrecería oportunidades de empleo y generación de ingresos estables para poblaciones rurales, contribuyendo a su desarrollo económico. En términos ambientales, el chontacuro tiene una eficiencia de conversión alimenticia mucho mayor que la de animales de cría convencional. Su producción requiere menos

tierra, agua y recursos, y emite una menor cantidad de gases de efecto invernadero. Esto lo convierte en una alternativa más sostenible frente a la ganadería tradicional, alineándose con los principios de producción alimentaria responsable y resiliente frente al cambio climático.

7. Referencias

Aguilar, G., Aucapiña, E., & Vaca, P. (2018). Proceso descriptivo de la producción de gusanos de chonta en todas sus etapas. [s.n.].

Aragón, P. (n.d.). Los insectos como fuente de nutrientes [Master en seguridad y calidad de alimentos]. San cristobal de la laguna, España.

Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). Insectos: Son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos. Revista chilena de nutrición, 47(6), 1029-1037. https://doi.org/10.4067/s0717-75182020000601029

Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., & Walrand, S. (2019). The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. Nutrients, 11(8), 1825. https://doi.org/10.3390/nu11081825

Caldiello, A. (2023, junio 7). Consumo de Carne Roja, Enfermedades Cardiovasculares y Diabetes. Medecs – Integración es Conocimiento. https://medecs.com.ar/consumo-de-carne-roja-enfermedades-cardiovasculares-y-diabetes

Carrión, K. (2015). ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE GALLETAS FUNCIONALES A BASE DE HARINA DE HABA (Vicia faba L.) ENRIQUECIDAS CON EXTRACTO HIDROFÍLICO DE CAMOTE (Ipomoea batatas L.). [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/19732

Collantes, R., Jerkovic, M., Atencio, R., Hernandez, P., & Vaña, M. (2022). Percepción de la entomofagia como alternativa alimenticia saludable en Panamá. Revista peruana de ciencias de la salud, 4(3), 154-160.

DEL CARMEN, A. B. V. (2020). OBTENCIÓN DE HARINA A BASE DE LARVAS DE CHONTACURO (Rhynchophorus palmarum) APROVECHANDO SUS PROPIEDADES NUTRITIVAS (PROTEÍNAS) PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio UNITRU. http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15664

Espinosa, A., Hidalgo, A., & Ll, E. M. (2020). Valor nutricional y caracterización de los ácidos grasos del chotancuro Rhynchophorus palmarum L. InfoANALÍTICA, 8(1), 127-138.

Gonzales, L., Tellez, A., Sampedro, J., & Najera, H. (2007, Abril-Junio). Las proteínas en la nutrición. RESPYN, 8(2). https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf

Gonzales, P., & García, U. (1992). Ciclo biológico de Rhynchophorus palmarum (Col.: Curculionidae) sobre Washingtonia robusta en laboratorio. Revista Peruana de Entomología, 35(1), 60-62.

Halloran, A., & Vantomme, P. (2013). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Guía informativa. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Jácome Gallardo, E. J. (2015). Elaboración y evaluación bromatologica de galletas enriquecidas con harina de larvas de Rhynchophorus Palmarum (Chontaduro), obtenida por el método de Liofilización y Secado en bandejas. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4459

Lizhang, W., & Dinghong, Y. (2008). Los insectos como fuente de alimento: Análisis del contenido en proteína y grasa de 100 especies. Cantoblanco, España. Recuperado Noviembre 16, 2024, de https://publications.cm-funchal.pt/jspui/bitstream/100/1295/1/Bolmmf_s14_2008_pp055-070.pdf

Loor, A. (2008). Desarrollo de un Manual de Operación para un Proceso de Galletas Crackers [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/31974/1/D-65586.pdf

López Suarez, M. L. (2016). Evaluación de un método de cría semi artificial de larvas de Rhynchophorus palmarum L. utilizando sustratos a base de Saccharum Officinarum (caña de azúcar). [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica].

Mendoza-Elos, M., Andrio-Enríquez, E., Juarez-Goiz, J., Mosqueda-Villagómez, C., Latournerie-Moreno, L., Castañón-Nájera, G., López-Benítez, A., & Moreno-Martínez, E. (2006). Contenido de lisina y triptofano en genotipos de maíz de alta calidad proteica y normal. Universidad y Ciencia, 22(2), 153-161.

Ortiz-Padilla, W., Campos-Montes, G. R., Cala-Moreno, N., & Caballero-Zamora, A. (2024). Cría y comercialización de insectos comestibles como fuente alternativa de proteína a nivel global. Spei Domus, 20(1), 1-22. https://doi.org/10.16925/2382-4247.2024.01.02

Pareyt, B., & Delcour, J. A. (2008). The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. Food Research International, 41(11), 999–1007. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.08.004

Pico, J. (2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS DE LARVAS DE Rhynchophorus palmarum L. (Coleoptera Curculionidae), A TRAVÉS DEL CÁLCULO DE PUNTAJE QUÍMICO DE LAS PROTEÍNAS. [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica]. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/647/1/T.AGROIN.B.UEA.0025

Quesada, D., & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. Revista De Nutrición Clínica Y Metabolismo, 2(1), 79–86. https://doi.org/10.35454/rncm.v2n1.063

Ramirez, J. (2006). Liofilización (Vol. 6). [s.n.].

Sancho, D., Gil, M. de J. A., & Sánchez, L. del R. F. (2015). Insectos y alimentación. Larvas de Rhynchophorus palmarum L, un alimento de los pobladores de la Amazonía Ecuatoriana. Entomotropica, 30, 135-149.

Sanchez, M., & Feregrino, A. (2023). Granjas de insectos comestibles. Elementos, (129), 89-93.

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Edible insects. FAO.

Vargas, G. E., Espinoza, G., Ruiz, C., & Rojas, R. (2013). Valor nutricional de la larva de Rhynchophorus palmarum L.: Comida tradicional en la Amazonía peruana. Revista de la sociedad química del Perú, 79(1), 64-70.

Zaragozano, F. (2018, marzo). Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional? Sanidad militar, 74(1), 41-47. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1887-85712018000100041&script=sci_arttext&tlng=en

8. Anexos

Anexo A.

Resultados de galleta con 0% de harina de chontacuro.

Número de encuesta	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
1	2	2	2	2	2
2	3	4	4	3	4
3	5	5	5	5	5
4	2	4	2	3	3
5	3	2	4	2	3
6	5	4	5	5	5
7	3	2	2	2	2
8	2	2	4	5	3
9	3	5	5	5	5
10	2	3	2	2	2
11	4	5	5	4	5
12	4	4	3	4	4
13	2	2	3	3	3
14	5	4	3	3	4
15	3	3	3	2	3
16	4	4	4	5	4
17	3	3	4	5	4
18	2	1	2	3	2
19	3	5	4	3	4
20	5	5	4	5	5
21	4	4	4	4	4

22	2	4	4	3	3
23	2	2	2	1	2
24	2	4	3	3	3
25	2	2	3	2	2
26	3	5	5	2	4
27	4	2	4	4	4
28	2	2	4	5	3
29	3	4	3	3	3
30	2	5	3	3	3
Promedio	3.03	3.43	3.50	3.37	3.43

Anexo B.

Resultados de galleta con 25% de harina de chontacuro.

Número de encuesta	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
1	4	3	3	4	4
2	5	5	5	4	5
3	3	4	4	2	3
4	3	4	3	4	4
5	3	5	2	3	3
6	5	4	4	5	5
7	2	3	4	4	3
8	2	1	4	3	3
9	5	5	4	4	5
10	4	3	5	4	4
11	4	4	4	4	4
12	4	5	4	4	4
13	2	2	3	2	2
14	4	4	5	4	4
15	3	2	3	3	3
16	5	3	2	2	3
17	3	4	3	4	4
18	5	4	5	5	5
19	3	5	3	4	4
20	5	4	4	5	5
21	5	5	5	4	5

22	3	4	5	4	4
23	3	3	5	5	4
24	3	4	3	3	3
25	3	3	4	3	3
26	2	4	5	2	3
27	2	3	2	3	3
28	1	4	5	1	3
29	3	3	3	3	3
30	3	4	5	4	4
Promedio	3.4	3.7	3.87	3.53	3.73

Anexo C.

Resultados de galleta con 50% de harina de chontacuro.

Número de encuesta	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
1	4	3	4	4	4
2	5	5	5	4	5
3	5	4	5	5	5
4	4	4	3	4	4
5	1	4	3	5	3
6	3	2	4	5	4
7	3	3	3	4	3
8	4	5	3	2	4
9	5	5	5	5	5
10	2	3	4	4	3
11	3	4	4	3	4
12	5	5	5	5	5
13	1	2	1	1	1
14	5	5	4	3	4
15	3	4	4	4	4
16	5	5	4	3	4
17	4	5	3	4	4
18	5	5	5	5	5
19	4	5	3	5	4
20	5	5	5	5	5
21	5	5	5	5	5

22	4	3	3	3	3
23	5	3	4	5	4
24	3	4	2	3	3
25	2	2	3	4	3
26	3	5	5	4	4
27	1	3	3	2	2
28	2	3	2	3	3
29	3	4	2	3	3
30	5	5	5	5	5
Promedio	3.63	4	3.7	3.9	3.83

Anexo D.

Resultados de galleta 100% de harina de chontacuro.

Número de encuesta	Color	Olor	Sabor	Textura	Promedio
1	3	4	5	5	4
2	5	5	5	4	5
3	2	4	4	4	4
4	3	4	4	4	4
5	5	4	3	5	4
6	4	3	4	4	4
7	3	2	4	3	3
8	3	4	5	5	4
9	5	5	5	5	5
10	3	4	4	4	4
11	3	2	3	4	3
12	4	5	5	5	5
13	3	3	5	5	4
14	4	4	4	4	4
15	3	4	5	5	4
16	5	5	3	2	4
17	4	5	5	5	5
18	5	4	5	5	5
19	3	4	4	5	4
20	5	5	5	4	5
21	4	4	5	4	4
22	4	4	5	5	5

23	4	4	4	5	5
24	3	4	4	4	4
25	3	2	4	3	3
26	3	4	4	3	4
27	2	3	3	2	3
28	2	5	5	2	4
29	3	4	4	4	4
30	5	4	4	5	5
Promedio	3.6	3.93	4.93	4.13	4.17