

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Aplicación y evaluación de harina de grillo (*Acheta domesticus*)
en un cracker dulce

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

José Daniel Paz Román

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala,

2023

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Aplicación y evaluación de harina de grillo (*Acheta domesticus*)
en un cracker dulce

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

José Daniel Paz Román

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala,

2023

Vo. Bo.:

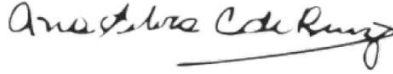
(f)



Msc. Marisabel Morales Muralles

Tribunal Examinador:

(f)



Msc. Ana Silvia Colmenares
Samayoa de Ruiz

(f)



Msc. Marisabel Morales Muralles

(f)



Lcda. Ana María Paz Pierri

Fecha de aprobación del examen de graduación:

(Guatemala, 05 de diciembre de 2023)

Prefacio

Este trabajo marca el final de un camino académico, para poder iniciar una carrera profesional. Este proyecto representa un gran esfuerzo logrando superar desafíos con la finalidad de tener un producto funcional que puede ser el inicio para un cambio en la industria de alimentos.

Agradezco a:

Mi madre “Mariela de los Ángeles Román Barrios” por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de estos 5 años de carrera. Estando siempre a mi lado para brindarme el amor y los consejos necesarios para superar cada una de las adversidades presentadas. Logrando siempre escucharme en todo momento para poderme guiar a tomar las mejores decisiones.

Mi padre “Rodrigo Paz Castañeda” que en todo momento me brindo apoyo y el amor necesario para poder motivarme a seguir adelante. Así como apoyándome en todos los proyectos realizados a lo largo de estos años de carrera.

También quisiera agradecer a todos mis amigos por siempre ser una parte importante de mi vida en estos años de carrera. Con los cuales a pesar de tener momentos buenos o malos siempre logramos apoyarnos, salir adelante y seguir teniendo una excelente relación. Agradezco mucho por todos los momentos creados, las risas, el cariño; logrando ser una parte importante durante estos años y espero poder mantener estas relaciones muchos años más.

Por último, agradecer a todos los catedráticos de la carrera que lograron enseñarme todos los conocimientos necesarios para ser un buen profesional y poderme desempeñar de una forma exitosa en esta nueva etapa de mi vida.

Contenido

Prefacio	IV
Contenido.....	V
Índice tablas	VII
Índice figuras	VIII
Índice anexos	IX
Resumen	X
Abstract.....	XI
I. Introducción	1
II. Antecedentes	2
A. Ubicación geográfica	3
B. Aplicación de harina de grillo en distintos productos.....	4
III. Justificación	5
A. Emisión de dióxido de carbono a nivel mundial.....	5
B. Nutrición y salud.....	6
IV. Objetivos	8
V. Marco teórico	9
A. Insectos a nivel mundial.....	9
B. Insectos como alimentos	10
C. Beneficios de los insectos	11
D. Aspectos nutricionales	13
E. Grillos	23
F. Caracterización de la harina.....	24
G. Contaminación de ganadería y cultivos	26
VI. Metodología	30

A.	Métodos.....	31
VII.	Resultados y discusión.....	35
A.	Resultados de la encuesta.....	35
B.	Resultados fisicoquímicos de la harina trigo y harina de grillo.....	46
C.	Resultados de proceso de formulación	54
D.	Resultados de fisicoquímicos.....	58
E.	Resultados análisis sensorial.....	63
F.	Otras aplicaciones en panadería de la harina de grillo.....	68
VIII.	Conclusión	71
IX.	Recomendaciones	72
X.	Referencias.....	73
XI.	Anexos	76

Índice tablas

Tabla 1 Fotografías de la “Granja Oklahoma”	4
Tabla 2 Ejemplos de productos comercializados a base de harina de grillo	4
Tabla 3 Contenido de proteína en diversas especies de insectos	14
Tabla 4 Ejemplos de aminoácidos esenciales y no esenciales	15
Tabla 5 Comparación de ácidos grasos entre distintas fuentes de proteína	16
Tabla 6 Contenido de sales minerales en diferentes ordenes de insectos	20
Tabla 7 Comparación de proteína de los ingredientes utilizados en la formulación.	22
Tabla 8 Etapas de crecimiento de un grillo	29
Tabla 9 Tamizaje de la harina de trigo, harina de grillo y mezclas entre las harinas.....	47
Tabla 10 Características fisicoquímicas medidas para la harina de trigo y grillo.....	49
Tabla 11 Resultados microbiológicos de la harina de trigo y harina de grillo.....	50
Tabla 12 Retención de solventes de la harina de grillo y harina de trigo	51
Tabla 13 Hidratación de la sustitución de harina de trigo con harina de grillo	54
Tabla 14 Formulación utilizada para cada una de las sustituciones realizadas de harina de grillo.....	55
Tabla 15 Formulación control con la incorporación de aceite vegetal	57
Tabla 16 Formulación final utilizada para los análisis fisicoquímicos y sensoriales	57
Tabla 17 Análisis fisicoquímico de la formulación control y final.....	59
Tabla 18 Análisis de proteína de 100g la formulación final.....	60
Tabla 19 Cálculo del error entre las distintas muestras analizadas para proteína del cracker dulce	62
Tabla 20 Resultados de la apariencia de los crackers dulces.....	63
Tabla 21 Resultados del sabor del cracker dulce	64
Tabla 22 Resultados de la textura del cracker dulce.....	65
Tabla 23 Resultados de la aceptación en general del cracker dulce	66
Tabla 24 Hipótesis para las pruebas de valor F del análisis sensorial	67
Tabla 25 Conclusión de las hipótesis para las pruebas estadísticas del valor F.....	67
Tabla 26 Formulación de galleta dulce con incorporación de harina de grillo al 25%	69
Tabla 27 Etiquetado nutricional para la formulación de galleta dulce para 100g.....	69

Índice figuras

Figura 1. Emisión anual de gases invernadero según la clasificación del sector	6
Figura 2 Consumo de grupos de alimentos clasificados según los ingresos per cápita de los países	7
Figura 3. Número de especies de insectos comestibles identificados en cada país	9
Figura 4. Porcentaje de especies de insectos consumidas a nivel mundial	10
Figura 5 Plano de distribución para una granja de grillos	28
Figura 6 Sexo de las 214 personas encuestadas.....	35
Figura 7 Edades de las 214 personas encuestadas	35
Figura 8 Grado académico de las 214 personas encuestadas.....	36
Figura 9 Preferencia alimenticia de las 214 personas encuestadas	36
Figura 10 Personas que dijeron que no consumirían harina de grillos según su edad y grado académico	37
Figura 11 Personas que dijeron que si consumirían harina de grillos según su edad y grado académico	37
Figura 12 Consumo de cracker dulce de los participantes.....	39
Figura 13 Frecuencia de consumo de cracker dulces de los consumidores encuestados	39
Figura 14 Frecuencia de cereales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados	40
Figura 15 Frecuencia de otros ingredientes contenidos en los crackers dulces buscados por el consumidor	40
Figura 16 Importancia de azúcares totales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados	42
Figura 17 Importancia de proteína totales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados	42
Figura 18 Rangos de precio que los consumidores encuestados están dispuestos a pagar	43
Figura 19 Aceptación del consumo de insectos de los 214 participantes encuestados	44
Figura 20 Forma de consumo de insectos según los participantes encuestados	45
Figura 21 Conocimiento de los participantes del contenido de proteína de los insectos	45
Figura 22 Gráfica de comparación de los porcentajes de tamizados de las mezclas de harina y control	49
Figura 23 Resultados de la apariencia de los crackers dulces.	63
Figura 24 Resultados del sabor del cracker dulce	64
Figura 25 Resultados de la textura del cracker dulce	65
Figura 26 Resultados de la aceptación en general del cracker dulce	67

Índice anexos

Anexos 1 Presupuesto aproximado para la ejecución del proyecto	76
Anexos 2 Ficha técnica del proveedor para la harina de grillo utilizada en la elaboración del cracker dulce	77
Anexos 3 FODA sobre el análisis de una granja de grillos	78
Anexos 4 Curva de actividad de agua de los alimentos.....	78
Anexos 5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de “cracker dulce”	79
Anexos 6 Imágenes del procedimiento de elaboración de las cracker dulces.....	80
Anexos 7 Análisis fisicoquímico del producto terminado y materia prima.....	81
Anexos 8 Pruebas con sustitución de harina de grillo.	82
Anexos 9 Tabla de resultados de las personas encuestadas.....	83
Anexos 10 Principales razones de rechazo indicadas por los participantes que no consumirían insectos.....	84
Anexos 11 Tamizaje 100% harina de trigo.....	84
Anexos 12 Tamizaje 100% harina de grillo	84
Anexos 13 Tamizaje 95% harina de trigo y 5% harina de grillo	85
Anexos 14 Tamizaje 90% harina de trigo y 10% harina de grillo	85
Anexos 15 Tamizaje 85% harina de trigo y 15% harina de grillo	85
Anexos 16 Tamizaje 80% harina de trigo y 20% harina de grillo	85
Anexos 17 Tamizaje 75 % Harina de Trigo y 25% Harina de Grillo	86
Anexos 18 Formulación control del cracker dulce	86
Anexos 19 Formulación de sustitución al 5% de harina de grillo y 95% harina de trigo	86
Anexos 20 Formulación de sustitución al 10% de harina de grillo y 90% harina de trigo	87
Anexos 21 Formulación de sustitución al 15% de harina de grillo y 85% harina de trigo	87
Anexos 22 Formulación de sustitución al 20% de harina de grillo y 80% harina de trigo	87
Anexos 23 Formulación de sustitución al 25% de harina de grillo y 75% harina de trigo	88
Anexos 24 Datos teóricos de los análisis fisicoquímicos realizados al cracker dulce	88
Anexos 25 Valor nutricional para una galleta dulce según los ingredientes utilizados.	88
Anexos 26 Fotografías proceso de elaboración de receta de galletas	88

Resumen

Actualmente en la industria de alimentos se tiene una gran preocupación por la contaminación ambiental que se está causando, debido a esto se están buscando sustitutos de proteína que ocasionen un menor impacto en el medio ambiente. A partir de esta problemática se desarrolló el presente trabajo de investigación, basado en la formulación de un “Cracker Dulce” con una sustitución parcial de harina de grillo. La metodología empleada consistió en sustituir un 5%, 10%, 15%, 20 % y 25% de harina de trigo con harina de grillo, utilizando los mismos ingredientes en cada una de las sustituciones. Posteriormente se procedió a realizar pruebas de textura, cambios en el proceso de elaboración y balances en la formulación con la finalidad de obtener una formulación estable y de buena calidad. La formulación con mejores características y un costo aceptable fue la sustitución de un 25%, la cual fue sometida a pruebas fisicoquímicas y a un panel sensorial con la finalidad de obtener la cantidad de proteína contenida en el cracker dulce y determinar la aceptación del consumidor con relación a una muestra control sin harina de grillo. Como conclusión se puede mencionar que el proceso de formulación fue exitoso, logrando un cracker dulce clasificada como “buena fuente de proteína”. Las recomendaciones obtenidas están relacionadas al proceso de elaboración de un cracker, en la cual se debe de mejorar la textura y continuar con la investigación de normativas oficiales relacionadas al consumo de insectos.

Abstract

Currently, the food industry is deeply concerned about the pollution it is causing. As a result, there is a search for protein substitutes that have a lesser impact on the environment. Addressing this issue, this research focused on formulating a "Sweet Cracker" with a partial substitution of cricket flour. The methodology involved substituting 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% of wheat flour with cricket flour, using the same ingredients for each substitution. Texture tests, changes in the production process, and formulation balances were conducted to achieve a stable formulation. The formulation with the best characteristics and acceptable cost was the 25% substitution, which underwent physicochemical tests and a sensory panel to determine protein content and consumer acceptance compared to a control sample without cricket flour. In conclusion, the formulation process was successful, resulting in a bar categorized as a "good source of protein." Recommendations include improving the bar's texture and further research into official regulations related to insect consumption.

I. Introducción

Las proteínas se consideran uno de los nutrientes esenciales para los seres vivos, estas son los principales componentes de las células y tejidos. Se estima que un organismo tiene un número cercano a 3,000 clases de proteínas diferentes las cuales tienen un gran número de funciones tales como: formar estructuras, transporte de energía, defensas para el organismo, motilidad, reconocimiento, almacenamiento y funciones catalíticas que involucran enzimas (Dergal, 2019). Por lo que se puede afirmar que las proteínas son muy importantes debido a todas las propiedades nutricionales y funcionales que tienen en los seres vivos. Debido a la importancia de estos nutrientes se busca que sean consumidas de forma apropiada y sean integradas en dietas balanceadas. Actualmente el reto es lograr que los alimentos con proteínas estén al alcance de todas las personas, sean de fácil acceso y que la calidad de este nutriente sea alta (Dergal, 2019). El problema principal es que la proteína de calidad solo puede ser conseguida de fuentes limitadas como la industria ganadera, la cual genera un gran impacto ambiental y se espera que para los próximos años esta industria no logre cubrir la demanda de productos debido al aumento de la población. Sin embargo es importante mencionar que algunos cereales y leguminosas también pueden aportar una cantidad considerable de proteína (Moreno, 2020).

Para lograr cumplir con la demanda se están realizando diversos estudios para determinar la calidad y fiabilidad de productos elaborados a base de harina de insectos. Esta es una propuesta, según la Organización de las Naciones Unidas mencionada en el resto de la investigación como ONU, como un “nuevo alimento” para las dietas de los humanos la cual puede suplir la necesidad de la proteína como nutriente esencial para el organismo. Sin embargo, actualmente se están llevando a cabo análisis para la determinación de riesgo y la aprobación por parte de la Unión Europea. A pesar de que no sea un producto 100% aprobado para el consumo humano, la entomofagia es un hábito muy habitual en algunos países tales como México, Perú, China, India, entre otros. En estos países el consumo de insectos es algo totalmente aceptado por la sociedad y es una práctica habitual, lo cual incita a otros países y a las personas al consumo de este tipo de productos debido al gran contenido nutricional que estos poseen (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020).

II. Antecedentes

Uno de los principales problemas en la alimentación actual de las personas está relacionada a las limitaciones de fuentes de proteína que existen, ya que la mayor parte de la proteína es proveniente de la industria ganadera y estas presentan un costo elevado. A pesar del resto de industrias de alimentos, esta industria es una de las principales fuentes de contaminación a nivel mundial, generando un gran impacto en el cambio climático. Por otro lado, el crecimiento poblacional es una problemática que está preocupando mucho a las distintas organizaciones debido a que se espera aumentar significativamente; pasará de 8,000 millones a 9,700 millones de personas, es decir un incremento de aproximadamente 21%, para el 2050. Esto generaría cambios significativos en la forma de alimentación, los ingresos económicos y la búsqueda de nuevos productos alimenticios para suplir las necesidades de la población (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

Según el estudio realizado por Álvarez (2019) “Desarrollo y evaluación de barras con alto contenido proteico con incorporación de harina de grillo” logró concluir que sí es viable el desarrollo de una barra alta en proteína y fibra con incorporación de harina de grillo como un alimento funcional. Para lograr esta conclusión se realizó la caracterización de la harina la cual incluye las características funcionales y fisicoquímicas para determinar la funcionalidad de la harina dentro del producto y que esperar al momento de realizar sustituciones en la formulación. Así mismo, también se realizaron tres formulaciones con 10%, 15% y 20% de harina de grillo, con el objetivo de comparar las características sensoriales y el contenido neto de proteína. Con la finalidad de determinar si puede ser considerado un producto alto en proteína según la normativa nacional (Miguel, 2019).

Por otro lado, cabe mencionar que es importante variar el porcentaje de sustituciones de harina en la formulación de la barra para determinar cuál es el mejor parámetro de sustitución en el cual se logren características sensoriales aceptadas por el consumidor, pero siempre dentro de un parámetro aceptado en costos y cumpliendo con los requerimientos legales para considerarse un producto alto en proteína (Miguel, 2019).

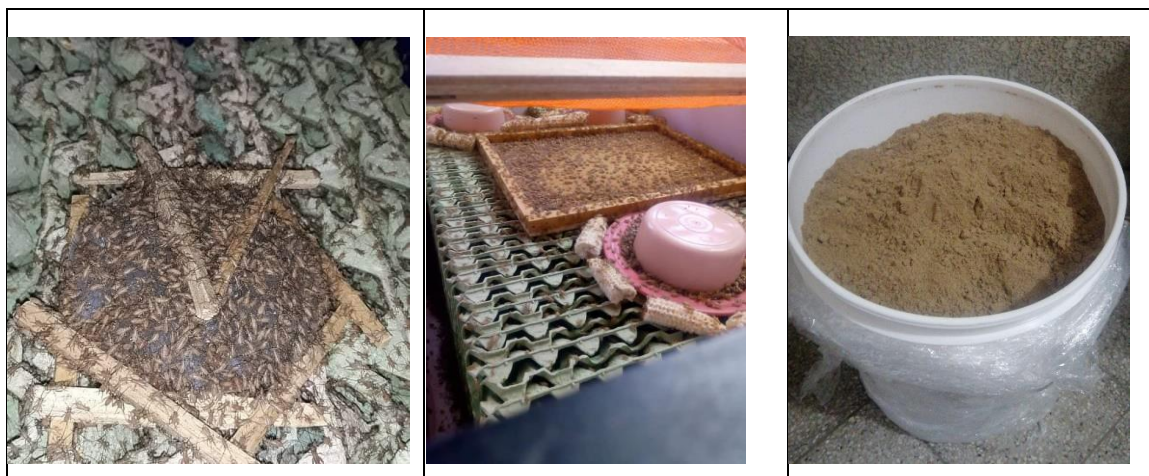
También se han realizado diversos estudios relacionados a la opinión de las personas con respecto a productos procesados que contengan algún ingrediente derivado de insectos. La investigación realizada por Lenz, et al. (2022) “Estudio sobre el consumo de insectos en Argentina” tuvo el objetivo de conocer el grado de aceptación o rechazo hacia el consumo de insectos. Esta encuesta fue distribuida por diversas redes sociales a diferentes grupos de personas, con un total de 1,143 encuestados. Esta se basaba en seis preguntas las cuales tenían el objetivo de conocer si las personas consumirían productos derivados de insectos e identificar si conocen las prácticas de entomofagia. Así mismo, una pregunta era abierta con el objetivo de identificar las principales razones por las cuales las personas presentaban rechazo hacia los productos derivados de insectos (Lenz, Murano, & Gallardo, 2022).

En conclusión, se logró identificar la entomofagia no es culturalmente aceptada y tampoco hay legislación relacionada a este tipo de productos. Sin embargo, también se identificó que el procesamiento de insectos hasta la obtención de un polvo tipo harina y su posterior incorporación a productos alimenticios resulta en una estrategia prometedora para el futuro de la alimentación (Lenz, Murano, & Gallardo, 2022).

A. Ubicación geográfica

La “*Granja Oklahoma*” está ubicada en el kilómetro 40.2 de la carreta a Sumpango en el departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Este tiene aproximadamente 60km² con una humedad de 53%, una temperatura aproximada de 22°C y una altitud de 1,900m sobre el nivel del mar. La granja se dedica a la crianza y comercialización de una variedad de insectos utilizados como materia prima para la elaboración de diversos productos altos en proteína.

Tabla 1 Fotografías de la “Granja Oklahoma”



B. Aplicación de harina de grillo en distintos productos

En Europa, Bélgica es uno de los primeros países a nivel mundial en autorizar la venta y el consumo de diez especies de insectos a pesar de que la comercialización no esté totalmente autorizada en la Unión Europea. Posteriormente una granja en Bruselas llamada “Little Foods” fue la pionera en comenzar con la crianza y producción de grillos, que también se encarga de su procesamiento para convertirlo en aperitivos, galletas, salsas, entre otros productos derivados de la harina de grillo. En la Tabla 2 se presentan ciertos productos elaborados a base de harina de grillo los cuales ya son aprobados y comercializados en distintas partes del mundo (Moreno, 2020).

Tabla 2 Ejemplos de productos comercializados a base de harina de grillo

<p>Barritas energéticas con excelentes aspectos nutricionales fabricadas a base de harina de grillo.</p>	<p>Galletas horneadas de diversos sabores con alto contenido de proteína y saludables.</p>	<p>Nachos de mezcla de harina de maíz con harina de grillos inflados con gran aporte nutricional.</p>
<p>Comercializado en España</p>	<p>Comercializado en USA</p>	<p>Comercialización en México</p>
		
<p>(Moreno, 2020)</p>		

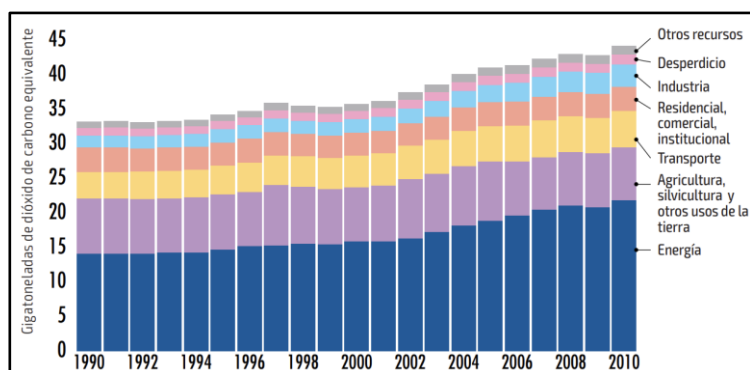
III. Justificación

A lo largo de los años se han logrado un sinnúmero de avances tecnológicos en el campo de la alimentación; siempre con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de todas las personas en los ámbitos económicos, nutricionales, sostenibles y ambientales. Actualmente no se está cerca del modelo de un mundo ideal que se espera debido a los altos niveles de contaminación ambiental, la explotación de recursos naturales, la extrema pobreza y el incremento de personas a nivel mundial que da lugar a un aumento en la demanda de todos los recursos y productos que existen (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017). Según las tendencias presentadas por las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura citada en la investigación como FAO mencionan que se estima que para el 2050 la población mundial aumentará y alcanzará aproximadamente 9,700 millones de personas. Este aumento genera ciertas preocupaciones relacionadas al ámbito económico, generando cambios en el Producto Interno Bruto (PIB) que se estima que para el 2050 estará entre 7,600 a 13,800 dólares estadounidenses; lo cual se puede interpretar como un crecimiento aproximado de 1.4% anualmente. Cabe mencionar que estos datos son estimaciones que se tienen como referencia para comenzar a tomar acciones respecto a las problemáticas identificadas y buscar soluciones viables (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

A. Emisión de dióxido de carbono a nivel mundial

Por otro lado, el incremento en la población y demanda económica afectará de forma directa en un aumento en la producción de alimentos y en el consumo de productos agrícolas, lo cual genera un impacto en la contaminación ambiental por la emisión de gases de efecto invernadero. Según el informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha estudiado el cambio en la emisión de gases de efecto invernadero en los últimos años, se estima que en los últimos 50 años se han duplicado la emisión de gases de efecto invernadero. Como se puede observar en la Figura 1 se identifica que el sector que más emisiones de gases de efecto invernadero tiene es la producción de energía, seguido de este es la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

Figura 1. Emisión anual de gases invernadero según la clasificación del sector



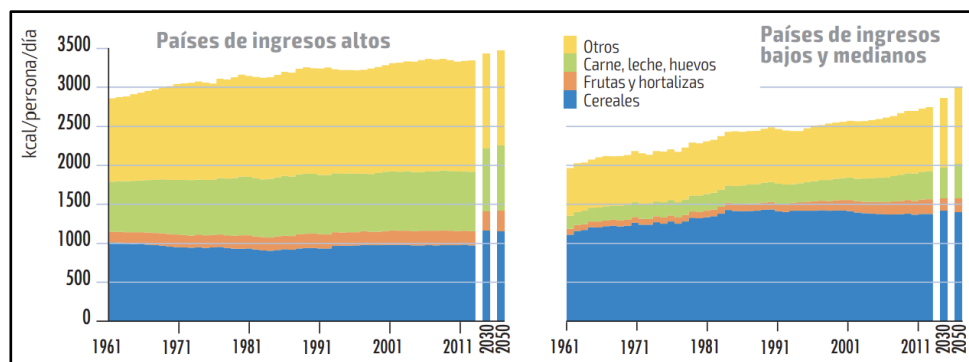
Se estima que en 2010 el sector agrícola superó los 10.6 gigatoneladas de CO₂ las cuales son derivadas por el uso de la tierra, la producción ganadera y la gestión de los suelos. Este valor equivale a aproximadamente el 21% al total de emisiones de CO₂ a nivel mundial. Debido a este valor tan elevado se puede asumir que el cambio climático afectará de forma directa la agricultura, la producción de alimentos y la nutrición. Esto es causado por las altas temperaturas que afectarán de forma directa el suministro de agua potable que existe a nivel mundial y afectar con sequías más duraderas. Lo cual da como consecuencia un cambio en los cultivos y la ganadería, siendo esta la principal materia prima para muchas empresas. Así mismo, esto afecta el costo de los productos y la capacidad de producción de la mayoría de las empresas de alimentos en todo el mundo. Por lo tanto, se puede asumir que esto afectará el costo, la calidad, los suministros y las demandas de todos los productos alimenticios agrícolas y procesados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

B. Nutrición y salud

Debido a los puntos mencionados anteriormente, se puede afirmar que la malnutrición y desnutrición es un tema del cual hay que preocuparse, ya que todos los cambios en la producción de alimentos van a repercutir sobre la nutrición de las personas y la accesibilidad a los alimentos. En la siguiente figura se puede observar que sin importar los ingresos *per cápita* de un país, el mayor grupo de alimentos consumidos son los cereales. Los cuales todos son derivados de cultivos. Estas gráficas dan a entender que debido a la contaminación y aumento en la temperatura a nivel mundial este recurso

disminuirá de forma considerable y afectará la alimentación de todos los países. Además, en los países con ingresos per cápita altos los alimentos procesados (otro grupo de alimentos) son todos los productos procesados, que están derivados en su mayor parte de materias primas provenientes de cereales; indicando que de igual manera serán afectados con el cambio climático y afectarán la nutrición y dieta de las personas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

Figura 2 Consumo de grupos de alimentos clasificados según los ingresos per cápita de los países



Sin embargo, es necesario mencionar que a pesar de estos datos no representa que todas las personas tengan el consumo diario de alimentos de forma adecuada. Por lo que, este grupo de personas que ya tienen una dieta no balanceada tendrán un impacto todavía mayor debido a la falta de alimento. Todo lo anterior refuerza la importancia de continuar investigando fuentes alternativas de alimentos que brinden los macro y micronutrientes necesarios para una dieta balanceada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2017).

IV. Objetivos

A. General

- Desarrollar un cracker dulce alta en proteína con la incorporación parcial de harina de grillo que sea aceptada por el consumidor y tenga un costo viable para su elaboración.

B. Específicos

1. Analizar la aceptación de los productos alimenticios que tienen incluido productos procesados a base de insectos y los ingredientes más aceptados en barras comerciales.
2. Establecer las propiedades fisicoquímicas, funcionales y microbiológicas de la harina de grillo.
3. Determinar una formulación de cracker dulce con incorporación de harina de grillo y las características físicas del producto terminado.
4. Identificar las declaraciones nutricionales que aplican para el producto tomando como referencia los contenidos de proteína.
5. Evaluar el grado de aceptación de las características sensoriales del cracker dulce alta en proteína.

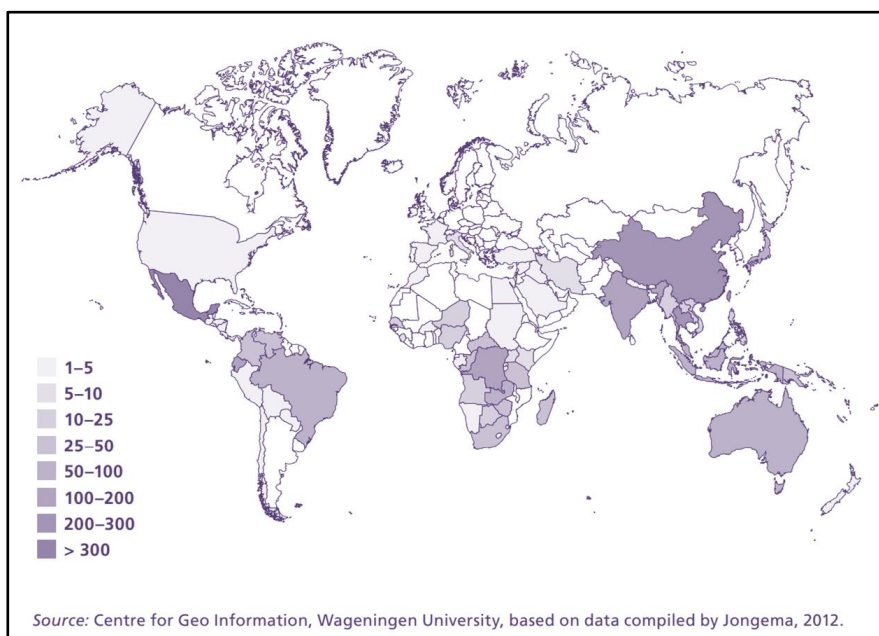
V. Marco teórico

A. Insectos a nivel mundial

La entomofagia es una alimentación que incluye el consumo de insectos como base de una dieta, esta no es una práctica extraña a pesar de esto suele existir cierto rechazo hacia la idea del consumo habitual de insectos. Sin embargo, esta es una práctica que se viene dando desde hace mucho tiempo atrás según diversos estudios arqueológicos, los cuales demostraron el consumo de insectos en diversos continentes a nivel mundial debido a influencia de aspectos como la cultura de los habitantes, las necesidades de alimentarse o por el simple hecho de la facilidad para su consumo (PIJOAN, 2011).

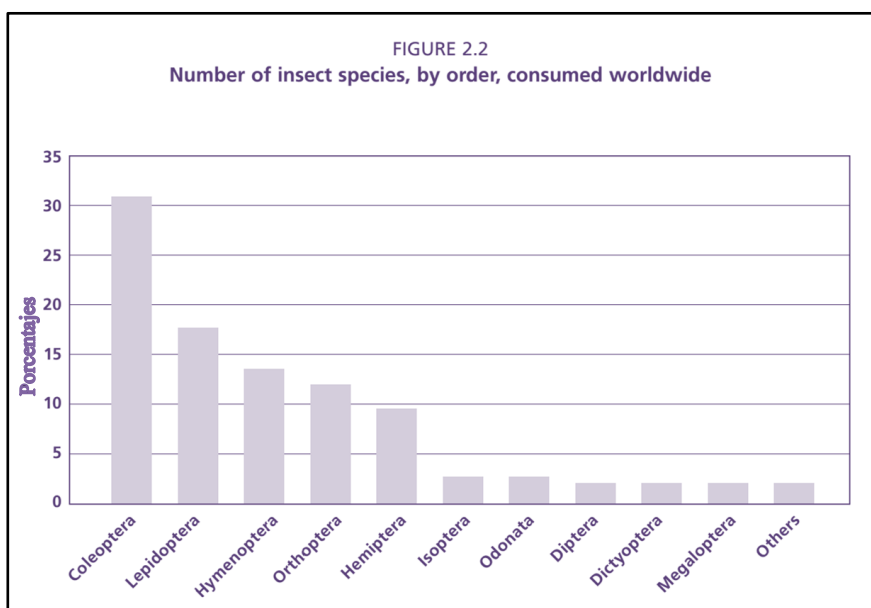
A pesar de la historia y estudios que existen sobre el consumo de insectos, no solo en Guatemala si no en todo el mundo, muchas personas se han educado con prejuicios concebidos contra esta práctica y le causan rechazo a la idea de comer “bichos raros” (PIJOAN, 2011). Actualmente existen entre 1,000 a 1,900 especies de insectos comestibles según diversos autores y sus estudios de investigación realizados. En la Figura 3. podemos observar un aproximado de la cantidad de insectos comestibles encontrados en los distintos países del mundo según un informe realizado por (FAO, 2013). Donde los países donde tienen un mayor número de especies de insectos comestibles es México, China.

Figura 3. Número de especies de insectos comestibles identificados en cada país



Por otro lado, también es importante demostrar cuales son las especies de insectos más consumidas a nivel mundial. Esto para lograr comprender que insectos son más probables a ser aceptados por la población en general debido a que ya son consumidos en distintas presentaciones en diferentes partes del mundo. En la Figura 4 se puede observar y comparar las clases de insectos que son mayormente consumidos a nivel mundial según el estudio realizado (FAO, 2013).

Figura 4. Porcentaje de especies de insectos consumidas a nivel mundial



B. Insectos como alimentos

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo los insectos son una excelente fuente de alimento para los seres humanos y además existe una gran variedad de especies que se pueden consumir. Sin embargo, a nivel cultural esto es una práctica poco aceptada dentro de la sociedad debido al rechazo que tienen, ya que son considerados como desagradables o que simplemente causan asco a las personas. No obstante, esto no está más alejado de la realidad puesto que al ser insectos criados en una granja especializada para esta práctica, esta debe cumplir ciertos parámetros y cuidados para asegurar la higiene y salud de los insectos. Logrando así tener una crianza en buen estado y lista para poderse procesar como materia prima para diversos productos o procesos (Montesinos Viejo, 2011).

Por otro lado, los insectos son una excelente fuente de micronutrientes y macronutrientes lo que significa que su consumo tiene un gran impacto en la salud de las personas estos pueden ser considerados como un buen alimento en la dieta diaria de una persona. Estos tienen una alta cantidad de proteína de buena calidad la cual es de suma importancia para el organismo, ya que es utilizada para diferentes procesos metabólicos, enzimáticos y otras funciones en el organismo (Montesinos Viejo, 2011).

Por último, hay que mencionar que los insectos pueden ser considerados el alimento del futuro, ya que resuelven muchas de las posibles problemáticas planteadas relacionadas al aumento de población para el 2050 y como resultado una mayor demanda de todos los productos alimenticios. Se debe a que se pueden criar una gran cantidad de insectos en un espacio reducido. Así mismo, cabe mencionar que los insectos dejan cero residuos, ya que todo el desecho obtenido del procesamiento de los insectos puede ser reutilizado para generar su alimento y así evitar una mayor contaminación (Montesinos Viejo, 2011).

C. Beneficios de los insectos

Los insectos comestibles tienen un importante aporte nutricional y pueden ser un elemento saludable para incorporar en las dietas. Estos ofrecen una alta cantidad de energía, grasa, fibra y sobre todo proteína. Así como varios micronutrientes como puede ser el zinc, calcio, hierro. Es importante considerar que este puede variar según la clase o especie de insecto, ya que no todos contienen las mismas cantidades de macronutrientes y micronutrientes.

Como se mencionó anteriormente debido a su alto contenido de proteína estos también pueden ser considerados como una fuente alternativa de proteína respecto a las carnes convencionales. Por otro lado, instituciones como las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Red internacional de sistemas de datos sobre alimentos (INFOODS) están realizando estudios para conocer a profundidad todos los beneficios de incluir el consumo de insectos en la dieta diaria y otros factores que pueden ser determinantes para su aceptación dentro de la sociedad (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

1 Ecológicamente sostenibles

La crianza de insectos se considera que tienen un menor impacto ambiental debido a que genera menos gases de efecto invernadero, requiere un menor uso de espacio y un considerable menor consumo de agua potable. Otro factor por tomar en consideración es que la crianza y procesamiento de grillos no deja desecho, esto es debido a que todo el desecho obtenido del procesamiento del grillo para la elaboración de harina puede ser reprocesado y utilizado para la elaboración de comida/concentrado para el mismo grillo. Por lo que se puede utilizar casi por completo el insecto y lo poco que puede quedar como desecho es materia orgánica que puede ser tratada de diferentes maneras (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

Por otro lado, actualmente se está volviendo cada vez más común la crianza de insectos, específicamente grillos. Debido a este aumento de demanda y oferta se ha dado la necesidad de cumplir con las normas internacionales de inocuidad de los alimentos de la FAO. Como respuesta a esta necesidad de normativas la Universidad de Khono Kaen de Tailandia publicó un manual titulado “*Guidance on sustainable cricket farming*” con el objetivo de dar a conocer a todos los proveedores de grillos y a las distintas organizaciones gubernamentales una forma de inocuidad para e higiene para este tipo de alimentos y sus productos derivados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

2 Oportunidades económicas

Debido a que la crianza de insectos necesita un espacio reducido esta puede ser realizada tanto en zonas rurales como en zonas urbanas, por lo que encontrar un lugar para realizar crianza de grillos es más práctico y sencillo. Por otro lado, el transporte de insectos como materia prima o producto procesado no necesita características específicas, por lo que su transporte resulta en una operación sencilla. Debido a estos dos factores las personas pueden realizar esta práctica de forma sencilla y eficiente, con la finalidad de obtener un beneficio económico (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

3 *Recurso infrautilizado*

Como ya se mencionó anteriormente la población mundial sigue aumentando de forma considerable y por lo tanto la demanda de productos alimenticios también aumentara. Dando como resultado la búsqueda de nuevos posibles alimentos innovadores que tengan beneficios nutricionales y sean fáciles de producir. Es decir, soluciones innovadoras con altos niveles de proteína y nutrientes para mantener una dieta balanceada y saludable. Debido a esto los insectos son recursos de fácil acceso, crianza rápida y con altos niveles de macronutrientes y micronutrientes, sin embargo, estos no se están aprovechando para formular nuevos productos innovadores (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

Por otro lado, el único problema respecto al uso de insectos como alimentos siempre está relacionada a la inocuidad de estos y la aceptación por parte del consumidor. Sin embargo, debido al alto potencial que tienen ya se está trabajando en varios aspectos para evaluar la viabilidad de productos procesados son insectos como materia prima y lograr generar un cambio en la mentalidad de las personas para que sean aceptados socialmente. Como ejemplo de esto la FAO está en constantes conversaciones para determinar cuáles son los factores más importantes para tener en consideración para asegurar que estos sean consumidos de forma segura e inocua (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

D. Aspectos nutricionales

Al hablar del consumo de insectos en las dietas balanceadas se hace referencia al alto contenido de proteína, grasa, sales, minerales, fibra y vitaminas; estos son los macronutrientes y micronutrientes más importantes contenido en los insectos para el organismo humano.

1 *Proteína*

La importancia de las proteínas en el organismo es fundamental, alguna de sus funciones son las encargadas de construir y reparar las células del organismo, es decir reparar los distintos órganos del cuerpo. Así mismo, participan en la mayor parte, si no es que, en todas, las reacciones bioquímicas del cuerpo, sistema hormonal, enzimático e inmunológico. Sin embargo, estas no aportan energía cantidad significativa de energía al

organismo; aproximadamente 4kcal/g de proteína, pero si pueden ser consideradas como una alerta en la salud de las personas; puesto que si se llegan a utilizar proteínas como medio de energía se tiene un déficit en carbohidratos y grasas o bien un metabolismo muy acelerado que se tiene que tratar de alguna manera (CMED, 2018).

Al momento de referirse a la proteína es importante aclarar que la determinación de este macronutriente se debe de realizar en base seca, con la finalidad de poder realizar una comparación con el resto de los productos que existen en el mercado. Por otro lado, hay que mencionar que la cantidad de proteína puede variar según la especie de insecto utilizada para el producto. Otro aspecto importante por considerar puede ser la alimentación del insecto, ya que esta puede repercutir en la cantidad y la calidad de la proteína contenida en el insecto. Diversos estudios realizados por Sánchez et al. (2013) “*Insect meal as renewable source of food for animal feeding*” indica que la cantidad de proteína contenida en los insectos puede variar desde un 9.45% de la hormiga mielera, hasta un 81% contenido en la avispa adulta del género *Polybia* de la Sierra Mixteca de Oaxaca. Sin embargo, la mayor parte de insectos estudiados esta entre un rango de 55% a un 70% de contenido de proteína (Sánchez Muros, Barroso, & Manzano-Agugliaro, 2013). Cabe mencionar que el 93% del total de nitrógeno contenido en los insectos es sin ligaduras y es aprovechable para a partir de degradaciones enzimáticas.

Tabla 3 Contenido de proteína en diversas especies de insectos

Clasificación taxonómica	Ejemplos de la clasificación	Porcentaje de proteína
Coleóptera	Escarabajos y larvas	20% a 71%
Díptera	Moscas, mosquitos	36% a 70%
Ephemeroptera	Libélulas	37% a 68%
Himenóptera	Abejas, abejorros, avispas y hormigas	10% a 62%
Lepidóptera	Orugas, polillas	13% a 64%
Ortóptera	Grillos, saltamontes	52% a 76%

(Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020)

Es crucial destacar que al evaluar un alimento o producto, no solo es relevante su cantidad de proteína, sino también es esencial comprender la calidad de la proteína que contiene. La calidad de aminoácidos se puede dividir en esenciales que son aquellas que no se pueden producir en el organismo de forma natural, por lo que es indispensable consumirlas para poder tener una fuente de estos aminoácidos dentro de la dieta. Por el otro lado, están los aminoácidos no esenciales las cuales, si son producidas por el organismo de forma natural, por lo tanto, tener una fuente de estos aminoácidos no es indispensable.

Tabla 4 Ejemplos de aminoácidos esenciales y no esenciales

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
<ul style="list-style-type: none"> • Histidina • Isoleucina • Leucina • Lisina • Metionina • Fenilalanina • Treonina • Triptófano • Valina 	<ul style="list-style-type: none"> • Alanina • Asparagina • Ácido aspártico • Ácido glutámico • Cisteína • Ácido glutámico • Glutamina • Glicina • Prolina • Serina • Tirosina

(Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020)

Como se puede observar en el anexo 1 según la ficha técnica de la harina de grillo utilizada para la elaboración del cracker dulce altas en proteína, esta contiene todos los aminoácidos esenciales para el organismo, lo que indica que no solo la harina de insectos es alta en proteína; si no que también es de excelente calidad. Proporcionando todos los aminoácidos esenciales para el organismo, por lo tanto, un producto elaborado con esta harina se puede mencionar que es de excelente calidad proteína, una alta concentración de

proteína y no es necesario el consumo de una gran cantidad para obtener beneficios para el organismo.

2 Grasas

Las grasas son un tipo de nutrientes obtenidos de los alimentos y es el parámetro que aporta una mayor cantidad de energía al organismo. Sin embargo, es importante mencionar que no todas las personas tienen acceso a este nutriente dentro de su dieta diaria, generando una deficiencia en la cantidad de energía. La deficiencia en la energía en el organismo genera que se utilicen las proteínas obtener la energía faltante y evitando que este nutriente pueda cumplir sus funciones específicas en el cuerpo. Este es un aspecto para tomar en consideración, ya que la mayor parte de insectos comestibles tiene un rango muy amplio de ácidos de grasos entre 11% a 42%. Lo que significa que los productos alimenticios elaborados con productos derivados de insectos pueden ser una excelente fuente de proteína y al mismo tiempo son una fuente de grasa/energía para el organismo, logrando así suplir y cumplir dos aspectos nutricionales de suma importancia para el organismo (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020). En la siguiente tabla se observa una comparación entre el contenido graso de insectos con otras fuentes de proteínas consumidas actualmente en el mercado.

Tabla 5 Comparación de ácidos grasos entre distintas fuentes de proteína

Puente proteína	A. Saturados	Monoinsaturados	Poliinsaturados
Res	52%	44%	3.20%
Cerdo	44%	44%	11.6%
Pollo	36%	40%	22.7%
Pescado	30%	39%	30.8%
Insectos	11% a 43%	56%	40% a 100%

(Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020)

Previo a realizar una comparación entre los porcentajes anteriormente mencionados de las diferentes fuentes de energía, es importante definir que es cada uno de los ácidos grasos saturados e insaturados, las funciones que cumplen y la importancia de estos en el organismo.

Ácidos grasos saturados

Los ácidos grasos saturados son un tipo de ácido graso que no tienen dobles enlaces entre los átomos de carbono en su cadena de carbono, lo que significa que están "saturados" con hidrógeno. Se encuentran principalmente en alimentos de origen animal, como carne, productos lácteos, mantequilla, manteca y algunos aceites vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma. El consumo excesivo de ácidos grasos saturados puede aumentar los niveles de colesterol "malo" (LDL) en el cuerpo, lo que puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Por esta razón, se recomienda limitar la ingesta de ácidos grasos saturados y reemplazarlos en la dieta con ácidos grasos insaturados, como los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados (Dergal, 2019)

Las recomendaciones dietéticas varían, pero generalmente se recomienda que los ácidos grasos saturados no representen más del 10% del total de calorías consumidas en un día. Además, las organizaciones de salud recomiendan limitar o evitar el consumo de alimentos ricos en ácidos grasos saturados y optar por fuentes más saludables de grasas en la dieta, como frutos secos, semillas, aguacate y aceites vegetales insaturados.

Ácidos grasos monoinsaturados

Los ácidos grasos monoinsaturados son un tipo de ácido graso insaturado que tienen un enlace doble en la molécula de ácido graso, lo que significa que tienen un átomo de hidrógeno menos que los ácidos grasos saturados. Estos ácidos grasos son importantes para el cuerpo porque ayudan a reducir el colesterol "malo" (LDL) y a aumentar el colesterol "bueno" (HDL), lo que puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Algunos ejemplos de ácidos grasos monoinsaturados incluyen el ácido oleico, el ácido palmitoleico y el ácido gadoleico. El ácido oleico es el ácido graso monoinsaturado más común en la dieta humana y se encuentra en alimentos como el aceite de oliva, el aguacate, los frutos secos y las semillas. El ácido palmitoleico se encuentra en alimentos como el salmón, el aceite de macadamia y la grasa animal, mientras que el ácido gadoleico se encuentra en el aceite de pescado y en algunos aceites vegetales (Dergal, 2019).

Se recomienda que los ácidos grasos monoinsaturados representen aproximadamente el 15-20% del total de la ingesta de grasas en la dieta. Es importante recordar que todos los tipos de grasas deben consumirse con moderación y como parte de una dieta equilibrada para mantener una buena salud.

Ácidos grasos poliinsaturados

Los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA, por sus siglas en inglés) son un tipo de ácido graso insaturado que contienen dos o más enlaces dobles en su cadena de carbono. Estos ácidos grasos son esenciales para el cuerpo humano y deben ser consumidos en la dieta porque el cuerpo no los puede producir por sí mismo. Existen dos tipos principales de ácidos grasos poliinsaturados: ácidos grasos omega-3 y ácidos grasos omega-6. Los ácidos grasos omega-3 se encuentran en alimentos como el pescado, el aceite de pescado, las semillas de chía y las nueces, mientras que los ácidos grasos omega-6 se encuentran en alimentos como los aceites vegetales, la carne y los productos lácteos. Los ácidos grasos poliinsaturados son importantes para el cuerpo porque ayudan a mantener la salud cardiovascular, reduciendo el colesterol "malo" (LDL) y aumentando el colesterol "bueno" (HDL). También son importantes para el sistema nervioso, el sistema inmunológico y para regular la inflamación en el cuerpo (Dergal, 2019).

Se recomienda que los ácidos grasos poliinsaturados representen alrededor del 5-10% del total de calorías consumidas en un día. Es importante recordar que todos los tipos de grasas deben consumirse con moderación y como parte de una dieta equilibrada para mantener una buena salud.

3 *Sales minerales*

Por otra parte, los minerales son elementos inorgánicos esenciales que generalmente se consideran indispensables para el cuerpo, ya que éste no los produce. Estas sustancias desempeñan una amplia variedad de funciones metabólicas cruciales, como la construcción, activación, regulación y control de varias reacciones. Además, algunos minerales pueden actuar como macromoléculas, como el hierro en la hemoglobina y el zinc en la insulina. Aunque los elementos minerales constituyen solo el 4% de los tejidos corporales, excepto el tejido óseo (Dergal, 2019).

Los nutrientes son elementos necesarios para el correcto funcionamiento del cuerpo humano. Estos nutrientes se han clasificado en tres grupos principales: macronutrientes, micronutrientes y ultramicronutrientes (Dergal, 2019).

Los macronutrientes son esenciales que se necesitan en grandes cantidades en la dieta diaria. Incluyen el calcio, que es importante para la salud ósea y dental, el fósforo, que se encuentra en todas las células del cuerpo, el potasio, que es necesario para la función muscular y nerviosa, el sodio, que regula la presión arterial y el equilibrio de líquidos en el cuerpo, el magnesio, que es necesario para la producción de energía y la función muscular, el cloro, que es importante para el equilibrio de líquidos y la digestión, y el azufre, que es un componente clave de proteínas y otros compuestos importantes en el cuerpo (Dergal, 2019).

Los micronutrientes son minerales esenciales que se necesitan en cantidades más pequeñas que los macronutrientes. Incluyen el hierro, que es necesario para la producción de glóbulos rojos, el cobre, que ayuda en la absorción de hierro y la formación de tejido conectivo, el yodo, que es esencial para la producción de hormonas tiroideas, el manganeso, que ayuda en la formación de huesos y la producción de energía, el cobalto, que es un componente de la vitamina B12, el zinc, que es importante para la función inmunológica y la cicatrización de heridas, y el molibdeno, que es necesario para la producción de enzimas (Dergal, 2019).

Los ultramicronutrientes son minerales esenciales que se necesitan en cantidades aún más pequeñas que los micronutrientes. Incluyen el flúor, que es importante para la salud dental, el aluminio, que es un componente común en la tierra y el agua, el boro, que es necesario para el crecimiento y la función celular, el selenio, que actúa como antioxidante y es importante para la función tiroidea, el cadmio, que es un metal tóxico que puede dañar los riñones y otros órganos, el litio, que se utiliza a veces para tratar trastornos del estado de ánimo, y el cromo, que es necesario para el metabolismo de los carbohidratos (Dergal, 2019).

Tabla 6 Contenido de sales minerales en diferentes ordenes de insectos

Clasificación taxonómica	Sales minerales (g/100g)
Odonata	4.21 – 12.85
Ephemeroptera	1.91 – 13.00
Orthoptera	2.00 – 5.56
Isoptera	6.15
Hemiptera	1.41 – 19.00
Homoptera	3-05 – 11.08
Megaloptera	4.75
Coleoptera	0,73-13,22

(Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020)

Como se observa en la Tabla 6, la cantidad de sales minerales presentes varía según la clasificación del insecto. Obteniendo datos muy variados en las cantidades presentes de sales minerales. Los datos obtenidos en los insectos comestibles mostraron niveles superiores a los reportados en algunos alimentos convencionales. Como resultado, se ha concluido que el consumo de insectos comestibles puede proporcionar de manera práctica la cantidad necesaria de nutrientes minerales que requiere cada individuo diariamente, según su edad, género, actividad y estado fisiológico (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020).

4 Vitaminas

Las vitaminas son elementos necesarios en nuestra alimentación debido a que nuestro cuerpo no puede sintetizar la mayor parte de las vitaminas y son responsables de regular diversos procesos metabólicos. La mayoría de las vitaminas hidrosolubles son esenciales para el correcto funcionamiento de sistemas enzimáticos, y muchas también son importantes para el metabolismo energético. Estas sustancias se dividen en dos grupos: las vitaminas liposolubles (A, D, E y K), que se disuelven en grasas y las vitaminas hidrosolubles (C y Grupo B), que se disuelven en agua (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020).

La deficiencia de las vitaminas liposolubles, como la A y D, puede ser causada por problemas en la absorción de grasas, lo que puede tener efectos perjudiciales en la salud del cuerpo humano. Por lo tanto, es importante consumir una dieta equilibrada que contenga la cantidad necesaria de vitaminas para mantener una buena salud y prevenir enfermedades relacionadas con la deficiencia de vitaminas (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020).

Podemos concluir que los insectos comestibles aportan cantidades significativas de vitaminas que contribuyen al equilibrio de la dieta indígena o campesina. Se puede llegar a la conclusión de que los insectos comestibles proveen una cantidad importante de vitaminas que son beneficiosas para mantener una dieta equilibrada (Avendaño, Sánchez, & Valenzuela, 2020).

5 Principales proteínas contenidas en los ingredientes utilizados.

Tabla 7 Comparación de proteína de los ingredientes utilizados en la formulación.

	Coco deshidratado	Harina trigo	Avena	Arroz inflado	Harina de grillo <i>Acheta domesticus</i>
Peso de ingrediente (g)	100	100	100	100	100
<i>Aminoácidos esenciales (g)</i>					
Histidina	122	230	405	0	1630
Isoleucina	208	357	694	0	2720
Leucina	393	710	1284	0	5060
Lisina	234	228	701	0	4140
Metionina	99	183	312	0	1230
Fenilalanina	269	520	895	0	2580
Treonina	193	281	575	0	2790
Triptófano	62	127	234	0	710
Valina	321	415	937	0	4170
<i>Esenciales condicionales (g)</i>					
Arginina	870	417	1192	0	4370
Cisteína + Cistina	105	219	408	0	630
Glicina	251	371	841	0	3600
Prolina	219	1198	934	0	4130
Tirosina	164	312	573	0	4630
<i>Aminoácidos no esenciales (g)</i>					
Alanina	271	332	881	0	5960
Ácido aspártico	518	435	1448	0	5860
Acido glutámico	1212	3479	3712	0	7860
Serina	274	516	750	0	2940

E. Grillos

Los grillos son insectos pertenecientes al orden *Orthoptera*, familia *Gryllidae*. Esta familia se divide en varias subfamilias, que incluyen *Acheta*, *Gryllinae*, *Nemobiinae*, *Podoscirtinae* y *Trigonidiinae*, entre otras. Existen alrededor de 900 especies de grillos descritas en todo el mundo, y se pueden encontrar en una amplia variedad de hábitats, desde praderas hasta bosques y desiertos. (Quente, 2018).

Los grillos se caracterizan por su cuerpo alargado y sus grandes patas traseras, que les permiten saltar largas distancias. También tienen antenas largas y delgadas y dos pares de alas, de las cuales el par delantero es duro y protege las alas posteriores membranosas. En cuanto a su alimentación, los grillos son principalmente herbívoros y se alimentan de hojas, frutas, flores y semillas. Sin embargo, algunas especies también son omnívoras y se alimentan de otros insectos pequeños (Quente, 2018).

En general, los grillos se consideran importantes para el equilibrio ecológico, ya que forman parte de la cadena alimentaria de muchos animales, incluyendo aves, reptiles y mamíferos. Además, su canto característico es una parte integral de muchos ambientes naturales y se considera una señal de salud y diversidad del ecosistema (Quente, 2018).

1 Acheta Domesticus

El “*Acheta Domesticus*”, conocido como grillo doméstico, es un insecto que ha ganado popularidad como fuente alternativa de proteínas. Estos insectos tienen un ciclo de vida corto, generalmente viven alrededor de 8 a 10 semanas en condiciones óptimas de cría. Se reproducen rápidamente, una hembra puede poner hasta 1,200 huevos durante su vida. Su tasa de crecimiento es alta, lo que los convierte en una opción atractiva para la cría en granjas dedicadas a la producción de proteínas (Apolo Arévalo & Lannacone, 2015).

El grillo doméstico es un omnívoro que se alimenta principalmente de materiales vegetales y, ocasionalmente, de otros insectos más pequeños. Este insecto es valorado por su alto contenido proteico; aproximadamente el 60-70% de su peso es proteína de alta calidad, lo que lo convierte en una opción nutritiva y sostenible (Apolo Arévalo & Lannacone, 2015).

Además de ser una fuente de alimento, los grillos domésticos son objeto de interés científico. Se han realizado estudios para analizar su composición nutricional, su comportamiento en diferentes condiciones ambientales y su papel como bioindicadores en entornos controlados (Apolo Arévalo & Lannacone, 2015).

Su capacidad para convertir materiales orgánicos en proteínas de alta calidad, utilizando menos recursos en comparación con la cría convencional de ganado, los ha convertido en un tema de interés en la investigación agrícola y de seguridad alimentaria. En algunos lugares, se han establecido granjas especializadas en la cría de grillos domésticos para la producción de harina de grillo, utilizada en la elaboración de alimentos balanceados para humanos y animales (Apolo Arévalo & Lannacone, 2015).

F. Caracterización de la harina

La caracterización de una harina sin importar el origen o materia prima que esta provenga se basa en evaluar y describir las propiedades físicas, químicas y funcionales de la harina derivada de varios cereales u otras fuentes. Este proceso tiene el fin de conocer como la harina reacciona a ciertas pruebas y predecir el comportamiento en distintas aplicaciones culinarias e industriales. Así mismo, este proceso permite a los fabricantes de alimentos seleccionar la harina adecuada para sus productos, ajustar formulaciones y procesos y producción garantizando la calidad y consistencia de los productos finales. También es útil para la investigación y desarrollo de nuevos productos (Pantoja-Tirado, Prieto-Rosales, & Aguirre Vargas, 2020)

Algunas de las pruebas fisicoquímicas realizadas en la harina para la caracterización de esta son:

1. Composición química: para esta prueba se realiza un análisis proximal del producto, el cual se basa en determinar los carbohidratos, proteínas, lípidos fibra, minerales y otros componentes nutricionales contenidos en la harina. Su principal función es para conocer el aporte nutricional que esta pueda tener.
2. Tamaño de partícula: se realiza un proceso de tamizaje para determinar el tamaño de las diferentes partículas presentes en la harina, lo cual puede influir en la absorción de agua y en las propiedades reológicas de la masa.
3. Actividad enzimática: se busca evaluar las actividades de las enzimas naturales presentes en la harina, como amilasa y proteasas, las cuales pueden afectar la fermentación, la estabilidad de la masa durante el proceso de horneado y el tiempo de vida del producto.
4. Capacidad de absorción: con este análisis se busca determinar la cantidad de agua que la harina puede absorber la cual va a influir en la textura y elasticidad de la masa.
5. Propiedades reológicas: se busca analizar el comportamiento y resistencia de la harina frente a fuerzas mecánicas tales como la viscosidad, elasticidad y la extensibilidad.

G. Contaminación de ganadería y cultivos

1 Contaminación ganadera

La ganadería es un factor de suma importancia para el desarrollo sostenible en la agricultura. Esta práctica contribuye a la alimentación, ingresos económicos, crecimiento económico y seguridad alimentaria. Sin embargo, una mala práctica de la ganadería puede llevar a niveles elevados de contaminación global, por lo que siempre se recomienda mejorar las eficiencias y prácticas para reducir el impacto ambiental de la ganadería (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2022).

Actualmente se tienen estudios donde se indica que la contaminación causada por el sector agrícola es del 25% aproximadamente, en el cual el 14% es representado únicamente por la práctica de ganadería a nivel mundial. Por otro lado, existe un gran impacto debido a la deforestación con el objetivo de ampliar el terreno disponible para poder ejercer esta práctica (Organización de las Naciones Unidas, 2016).

La práctica de ganadería afecta diversos aspectos del cambio climático y la naturaleza. Lo primero es mencionar que esta ocupa el 30% de la superficie libre de hielo del planeta. Debido a esto en ciertas zonas donde no se cuentan con buenas prácticas se genera una contaminación del suelo, generando disminución de nutrientes del suelo, contaminación con material orgánico y patógenos. Así mismo, esta práctica puede afectar y contaminar ríos, lagos y zonas costeras que presentan agua potable (Organización de las Naciones Unidas, 2016).

Con relación al impacto de la ganadería en el cambio climático y la contaminación del aire, se reconoce que las actividades ganaderas generan emisiones significativas de gases de efecto invernadero, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), los cuales contribuyen de manera significativa al cambio climático. Los rumiantes, principalmente, y en menor medida los animales monogástricos, emiten metano como parte de su proceso digestivo, que involucra la fermentación microbiana de alimentos fibrosos (Espejo, 2018).

Las excretas animales también emiten gases como CH₄, N₂O, amoníaco (NH₃) y CO₂, dependiendo de si se trata de excretas sólidas o líquidas, y de cómo se gestionan su recolección, almacenamiento y aplicación en la agricultura. La ganadería también afecta el balance de carbono del suelo utilizado para la producción de alimentos para animales, lo que contribuye indirectamente a la liberación de grandes cantidades de carbono a la atmósfera. Lo mismo ocurre cuando se deforesta para dar paso a las áreas de pastoreo. Además, los combustibles fósiles utilizados en los diferentes procesos de producción y comercialización de productos ganaderos también emiten gases de efecto invernadero. Muchos de estos impactos indirectos son difíciles de cuantificar (Espejo, 2018).

2 *Viabilidad de granjas de insectos*

Al momento de hablar de la viabilidad de una granja de grillos se deben tener varios conceptos claros. El primero es mencionar que a pesar de que esta sea una granja de insectos la inocuidad en el proceso y el espacio de crianza tiene que cumplir con distintas normativas básicas para asegurar que es un espacio limpio y no existe posible contaminación cruzada. Por otro lado, también es importante mencionar que los grillos siguen siendo animales o insectos que necesitan de diversos cuidados para mantenerse saludables y que estos puedan llegar a reproducirse de manera normal. Tomando en cuenta estos aspectos, se puede mencionar que, si es viable realizar una granja de insectos de forma inocua, segura y que cumpla con la demanda de los insectos.

En el artículo de Guillén Fajardo (2021) “Dimensionado y estudio de viabilidad de una granja de *Tenebrio Molitor* en el término municipal de Lorquí (Murcia)” menciona algunas de las principales características a tener en consideración al momento de elaborar una granja para insectos y los posibles consumos energéticos y demanda de agua que se puede llegar a tener dependiendo de las dimensiones de las instalaciones. A continuación, se presenta un plano propuesto por el autor de este estudio José Daniel para la distribución de una granja de insectos.

Figura 5 Plano de distribución para una granja de grillos



Como se puede apreciar en el diagrama las instalaciones siempre están divididas en tres sectores. El primer sector es la zona de crianza de los grillos que está aislada del resto de instalaciones para evitar contaminación entre áreas. La segunda zona es la zona limpia que es donde se encuentran las oficinas e instalaciones administrativas. Por último, la zona sucia la cual es la encargada de realizar todos los mantenimientos, lavados, entre otros procesos para mantener saludable a los grillos y en un ambiente inocuo. Al analizar esta distribución podemos determinar que siempre se busca seguir normativas para obtener unas instalaciones bien organizadas, las cuales cumplan con la parte de inocuidad y evitan la contaminación cruzada entre zonas debido a que todas tienen puertas que las dividen y aíslan unas de las otras (Fajardo, 2021).




3 Condiciones ambientales

Para el cultivo adecuado de tenebrios se necesita tener una temperatura constante entre 28°C a 30°C a preferencia y se necesita tener una humedad entre el 50% al 60%. Por otro lado, es importante tener en consideración que este tipo de insectos son nocturno, esto nos indica que necesitan 12h de luz y 12h de oscuridad a lo largo del día (Fajardo, 2021).

4 Manejo reproductivo

Para que los insectos se puedan reproducir primero tienen que llegar a la edad adulta. Para lograr este objetivo, primero se realiza el proceso de engorde para lograr obtener una colonia saludable y adulta. Luego se colocan en las bandejas especiales para la reproducción, las cuales son de polietileno de alta densidad, así como unas rejillas de metal que facilitan el movimiento de las larvas eclosionadas (Fajardo, 2021).

Tabla 8 Etapas de crecimiento de un grillo

Huevo	Ninfa	Adulto
		

Alimentación

Es importante mencionar que está completamente prohibido alimentar insectos con proteínas de rumiantes, residuos de cocaína, harina de carne y huesos. La alimentación de los grillos se basa en un sustrato de salvado de trigo y mezclado con pequeñas cantidades de fruta y verdura. La cantidad de fruta y verdura es suficiente para satisfacer cierta parte de la necesidad de agua de los insectos. Algunos ejemplos son papa, manzana, zanahoria, apio, entre otros (Fajardo, 2021).

Higiene y sanidad

Para el proceso de lavado se procede a cambiar y clasificar las larvas en cada uno de los contenedores. Esto se puede clasificar como en adultos que terminaron su ciclo de vida y procederán a ser procesados y las larvas nuevas que proceden a engordar y comenzar el ciclo de reproducción nuevamente. La caja o contenedor tiene que ser limpiado, lavado, desinfectado y se debe de realizar el cambio de los cartones y agua contenido en cada contenedor. Esto se debe realizar creando un cronograma para realizar rotaciones en los diferentes contenedores y lograr que todos sean limpiados mínimo una vez por semana para que se mantenga limpio (Fajardo, 2021).

VI. Metodología

Para realizar la investigación y recopilación de los datos, se utilizó una metodología mixta. La cual involucra tanto la parte cuantitativa como una parte cualitativa, logrando así tener una interacción entre ambos tipos de investigación y utilizando una variedad más amplia de técnicas e instrumentos para la recolección de los datos. Con la finalidad de tener un modelo de investigación más completo y lograr analizar un mayor número de variables que pueden ser significativas en el desarrollo del producto y la opinión de los consumidores (Hernández & Mendoza, 2018).

Para la investigación cuantitativa se buscó la recolección de datos numéricos con la finalidad de conocer y analizar la opinión de los consumidores con respecto a los productos elaborados a partir de insectos como materia prima. Utilizando como instrumento una encuesta para conocer más a profundidad la opinión de una muestra representativa de personas.

Así mismo cabe mencionar que se realizó un panel sensorial para conocer la opinión de los consumidores relacionada a las características organolépticas del producto final desarrollado a partir de harina de grillo como sustitución parcial en una barrita alta en contenido proteico. De igual manera con una encuesta adaptada a paneles sensoriales tomando en consideración escalas de aceptación y costos del producto.

Dentro del enfoque de la investigación cualitativa, se emprendió un estudio enfocado en la percepción de las personas con respecto a los insectos y los productos elaborados a partir de ellos. El objetivo primordial fue entender cómo estas percepciones podrían impactar en la mentalidad colectiva sobre el consumo de tales productos alimenticios. Específicamente, nos interesaba descubrir si existe una actitud receptiva o de reserva por parte de la sociedad hacia la inclusión de estos alimentos no convencionales en su dieta habitual. En resumen, el objetivo era indagar si las personas mostraban disposición para explorar y adoptar estos alimentos menos comunes, o si preferían mantenerse con opciones más tradicionales en su alimentación diaria.

A. Métodos

Encuesta de opinión

Se utilizó como instrumento una encuesta de tipo mixta que se divide en tres secciones principales, las cuales ayudan a clasificar los sujetos encuestados, analizar la opinión de las personas con respecto a la entomofagia e interpretar la información proporcionada por los sujetos encuestados.

La primera sección estará relacionada a la información del sujeto encuestado, la cual tuvo cinco ítems para conocer las características propias de la muestra. Estos ítems serán:

- Iniciales del nombre de la persona
- Sexo
- Edad
- Grado académico
- Hábitos de consumo

La segunda sección se recolectó información sobre el conocimiento y consumo de barras a base de cereales las cuales son distribuidas comercialmente y son de conocimiento general. Para identificar que cualidades e ingredientes son del agrado de los consumidores con la finalidad de tenerlas en consideración al momento de realizar el desarrollo del producto y una formulación inicial.

- ¿Usted consume barras a base de cereal habitualmente?
- Si su respuesta fue sí ¿con qué frecuencia las consume?
- ¿Qué cereales le gusta que contenga la barra que usted consume?
- ¿Qué otros ingredientes buscan que estén contenidos en la barra que usted consume?
- ¿Es importante para usted el contenido de azúcares en la barra?
- ¿Es importante para usted el contenido de proteína en la barra?
- ¿Cuál es el rango de precio que usted está dispuesto a pagar por un paquete de 6 unidades de barras altas en proteína?

En la tercera sección se recolectó información sobre la opinión, conocimiento y disponibilidad de consumo de los sujetos encuestados con relación a la entomofagia. Es decir, la disposición mental y de consumo para estos productos innovadores y poco frecuentes.

- ¿Ha escuchado sobre la práctica de la entomofagia?
- ¿Estaría dispuesto a consumir insectos en su dieta diaria?
- Si la respuesta anterior es no, indicar por qué.
- ¿De qué forma consumiría insectos en su dieta?
- ¿Sabía que la mayoría de las especies de insectos aportan la misma o mayor cantidad de proteína que la carne de res, cerdo, pollo y pescado?

1 Caracterización de harina

Humedad

La determinación de humedad es un método utilizado para conocer la cantidad de agua en un material sólido y esta puede ser expresada en base seca o en base húmeda. Para esta investigación la determinación de humedad se basó en el Método Oficial AOAC 925.10 “Determinación Termogravimétrica Automatizada de Humedad y Cenizas en Harina”. Para esto se utilizó una balanza de humedad marca OHAUS, con una incertidumbre de ± 0.01 .

Granulometría

El proceso de granulometría se basa en la separación de partículas sólidas a partir del uso de diferentes tamices, este es esencial en la industria para facilitar la estandarización de proceso y cumplir con los tamaños de partícula indicados por las normativas. Para este procedimiento se utilizaron 5 diferentes tamices de Taylor durante 15 minutos; finalmente obtener los pesos retenidos en los diferentes tamices para calcular los respectivos porcentajes de retención, peso acumulado, porcentaje acumulado y porcentaje de sólidos que traspasa el tamiz. Para este procedimiento se basó en los pasos descritos en “Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas” normativa NTE INEN 517:2013 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013).

Capacidad de retención de solventes

El porcentaje de hidratación o también conocido como capacidad de hidratación determina la cantidad de agua que puede absorber la harina, formando una masa con buenas cualidades y características aceptables. El método de referencia fue consultado de la “Práctica #4 Control de Calidad de Granos y harinas” de la Universidad del Valle de Guatemala, en la clase de Control de Calidad de Alimentos, elaborado (Paz, 2022).

2 Desarrollo del producto

Para el desarrollo del producto primero se deben de tener en consideración tres aspectos importantes; el primer factor son los diferentes ingredientes que se pueden utilizar para la formulación del cracker dulce, los cuales pueden ser variados según la preferencia de los consumidores y que esta sea aceptada sensorialmente. El segundo factor es la sustitución parcial de la harina de grillo en el cracker dulce, ya que esta debe ser funcional, cumplir con los parámetros previsto según las normativas y no debe de aumentar el costo significativamente. Por lo tanto, el tercer aspecto es el costo de los ingredientes, ya que este debe ser accesible para los diferentes posibles consumidores y a su vez lograr obtener una ganancia.

Para realizar la formulación primero se tuvo en consideración los resultados obtenidos de la segunda sección de la encuesta. Con la finalidad de conocer y utilizar exactamente los ingredientes son los preferidos por los consumidores. Así mismo, se elaboró una sustitución de la harina en una muestra control y a partir de eso realizar cambios en la mezcla de harinas contenida entre un rango del 5% hasta el 25% realizando cambios de 5% en cada formulación para evaluar como esto impacta en el costo y la funcionalidad del producto. Por último, al tener la mejor formulación de las primeras pruebas fue necesario realizar cambios mínimos para lograr ajustas costos y así se logró planificar y efectuar un panel sensorial buscando analizar la opinión de los consumidores respecto a las características fisicoquímicas y sensoriales del producto.

3 *Caracterización del producto*

La caracterización del producto se basa en conocer las características fisicoquímicas del cracker dulce elaborada y realizar los respectivos análisis para conocer con exactitud los valores nutricionales que presenta. Para realizar esto se estarán realizando los siguientes análisis:

Contenido de proteína

Para la determinación de proteína total se usará el método Kjeldahl, identificado en la AOAC con el número 2062 “Determinación de Nitrógeno total”.

Firmeza o dureza

Se evaluó con ayuda del texturometro Brookfield (Modelo CT3-10K). El accesorio empleado para medir la fuerza de corte fue un punzón tipo guillotina.

Análisis de humedad

Para la determinación de humedad se utilizó 5g con una balanza Kern. Luego fue introducido a la balanza de humedad marca OHAUS para su análisis.

Determinación de actividad de agua

Para la determinación de agua se utilizaron 5g con una balanza KERN. Luego fue introducida al equipo AquaLab (Modelo ST3) para su análisis, esperando que llegue a su punto de equilibrio.

Panel sensorial

Las pruebas de aceptación también son conocidas como de nivel de agrado. Son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales. Esta prueba se emplea para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo permiten medir cuánto agrada o desagrade dicho producto (Cifuentes Rúa & Vera Pérez, 2019). Para esta investigación se realizó un panel de aceptación con una escala de intensidad de cinco puntos a un panel semi entrenado y un panel entrenado; teniendo un total de 25 participantes. Con la finalidad de conocer sus opiniones con respecto a las características organolépticas de las formulaciones elaboradas y la aceptación general del producto.

VII. Resultados y discusión

A. Resultados de la encuesta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la encuesta de opinión con respecto al consumo de barritas y a la aceptación del consumo de insectos. Para esta se obtuvieron un total de 214 participantes entre diversas edades. Así mismo, se realizaron clasificación de los resultados para tener un mejor análisis de cada una de las secciones de la encuesta realizada.

Figura 6 Sexo de las 214 personas encuestadas

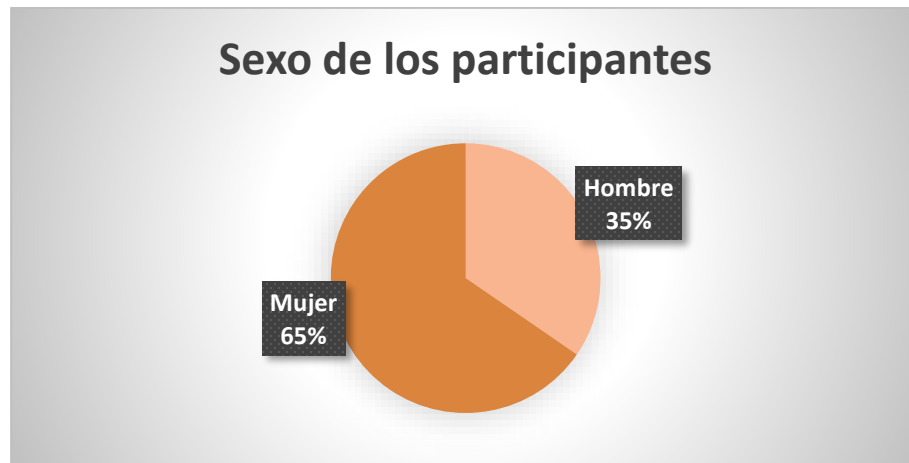


Figura 7 Edades de las 214 personas encuestadas

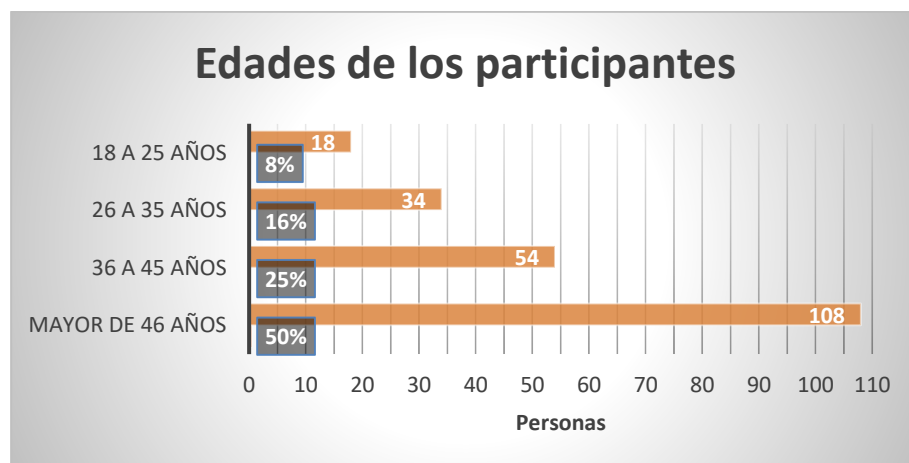


Figura 8 Grado académico de las 214 personas encuestadas

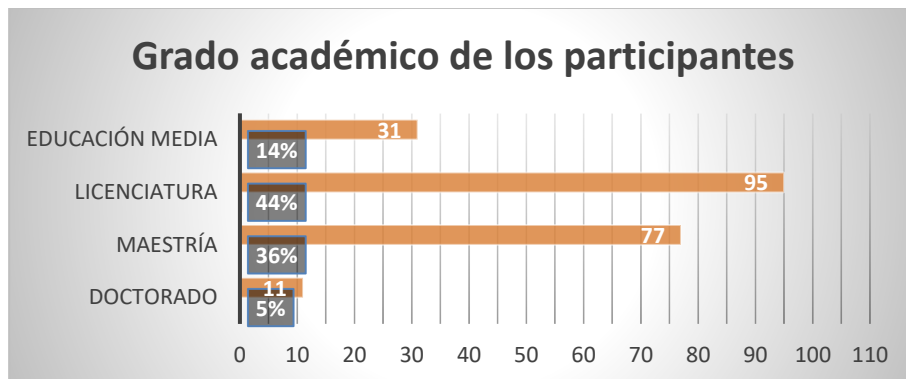
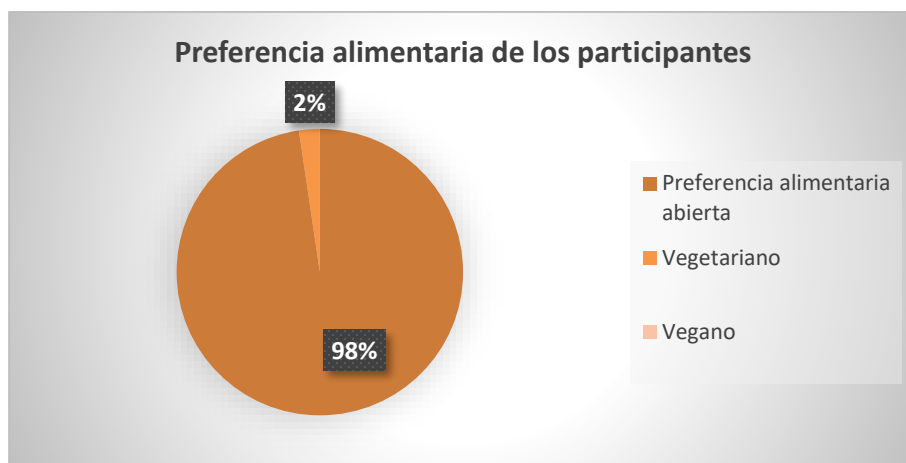


Figura 9 Preferencia alimenticia de las 214 personas encuestadas



La encuesta realizada logró alcanzar un total de 214 personas. Estas están divididas en 74 respuestas de hombres y 140 respuestas de mujeres, siendo el 35% y 65% respectivamente del total de las respuestas. Por otro lado, en el anexo 9 se observa cómo está dividida las respuestas obtenidas en la encuesta. En esta se puede resaltar que el 50% de las respuestas son personas mayores a 46 años; mientras que el otro 50% está distribuido en personas de 45 años o menos sin tomar en consideración menores de edad (18 años). Esto ayuda a tener una mayor variedad de opiniones desde varios puntos de vista, de las cuales se puede observar el comportamiento de aceptación del consumo de harina de grillos desde varios puntos de vista y determinar si realmente la edad y experiencia puede generar una variación en la aceptación.

Figura 10 *Personas que dijeron que no consumirían harina de grillos según su edad y grado académico*

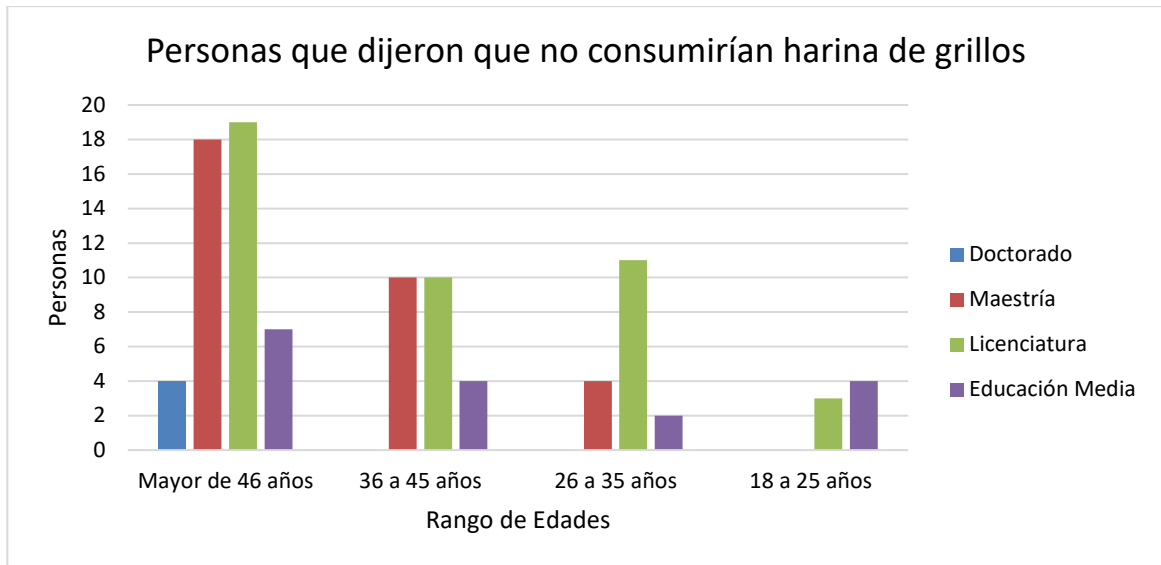
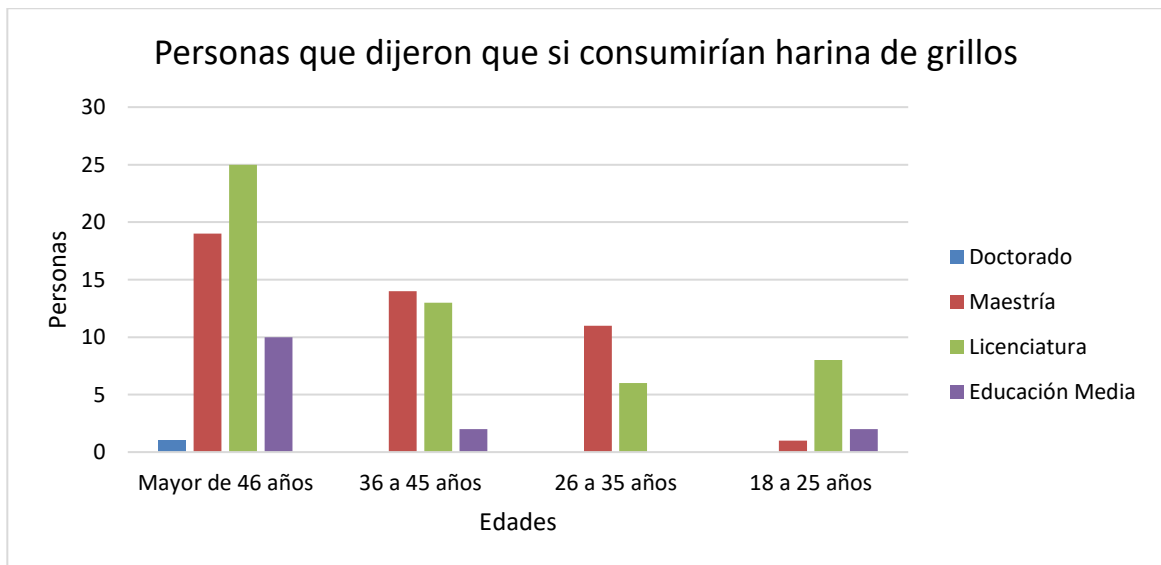


Figura 11 *Personas que dijeron que si consumirían harina de grillos según su edad y grado académico*



Por otro lado, es importante mencionar que dentro de las personas encuestadas se tienen a 5 personas vegetarianos, lo cual es importante conocer debido a que definitivamente estas personas no consumirían grillos por ser de origen animal.

Así mismo, con las personas encuestadas se preguntó su grado académico el cual se basó en un 14% (31 personas) de gente de educación media, 44% (95 personas) de gente en licenciatura, 36% (77 personas) de personas en maestría y 5% de gente en doctorado (11 personas). Con esta pregunta se buscó analizar si el grado académico podía influir en el conocimiento de la gente respecto al consumo de insectos y el aporte nutricional que estos alimentos pueden contener.

A partir de la comparación de la clasificación de los datos obtenidos de la encuesta presentada en la Figura 10 y Figura 11 se puede observar que no existe una diferencia significativa entre las personas que si estas dispuestas a consumir alimentos derivados de insectos y aquellas personas que no lo acepta como una parte de su dieta diaria. Esto se puede observar tanto en la parte de edades, así como en la parte de educación. Donde realmente las opiniones son muy variadas y son dependientes de los gustos, apertura y costumbres de las personas. Es decir que el nivel de educación no está relacionado a cambiar la idea de las personas respecto a la entomofagia. Por otro lado, la edad tampoco es un factor que genere una mayor aceptación, debido a que sin importar la edad se tienen rangos variados de aquellas personas que, si están dispuestas a consumir insectos, es decir no se tiene una tendencia a partir de su edad y estudios completados.

1 Información del consumo de cracker dulce

Figura 12 Consumo de cracker dulce de los participantes

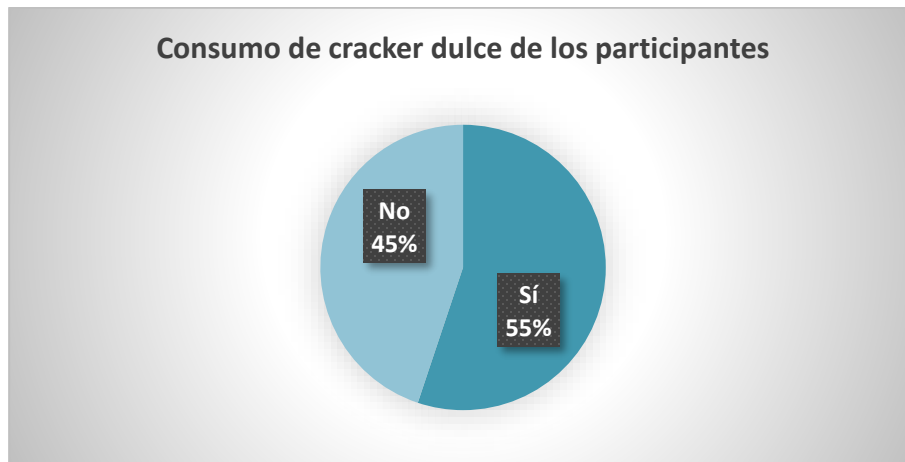


Figura 13 Frecuencia de consumo de cracker dulces de los consumidores encuestados

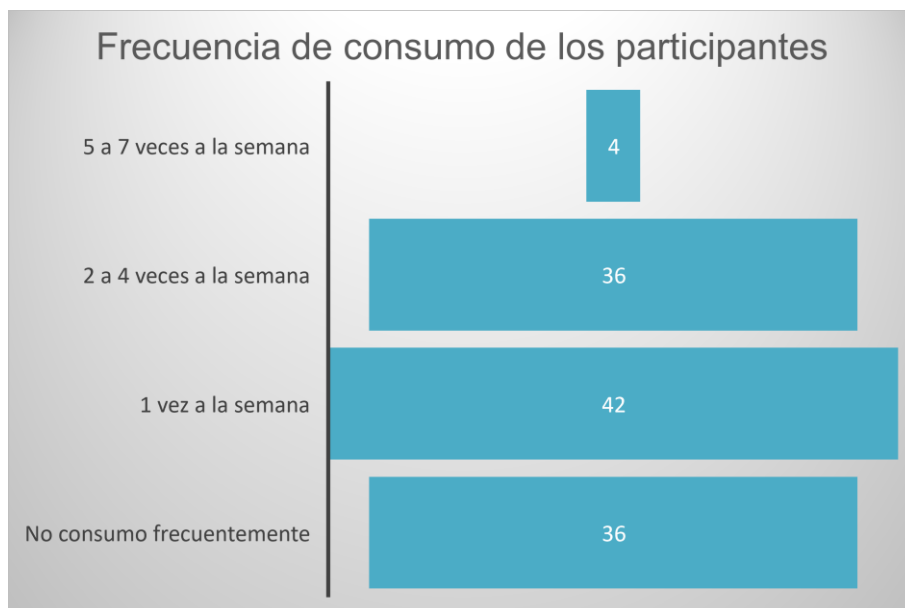


Figura 14 Frecuencia de cereales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados

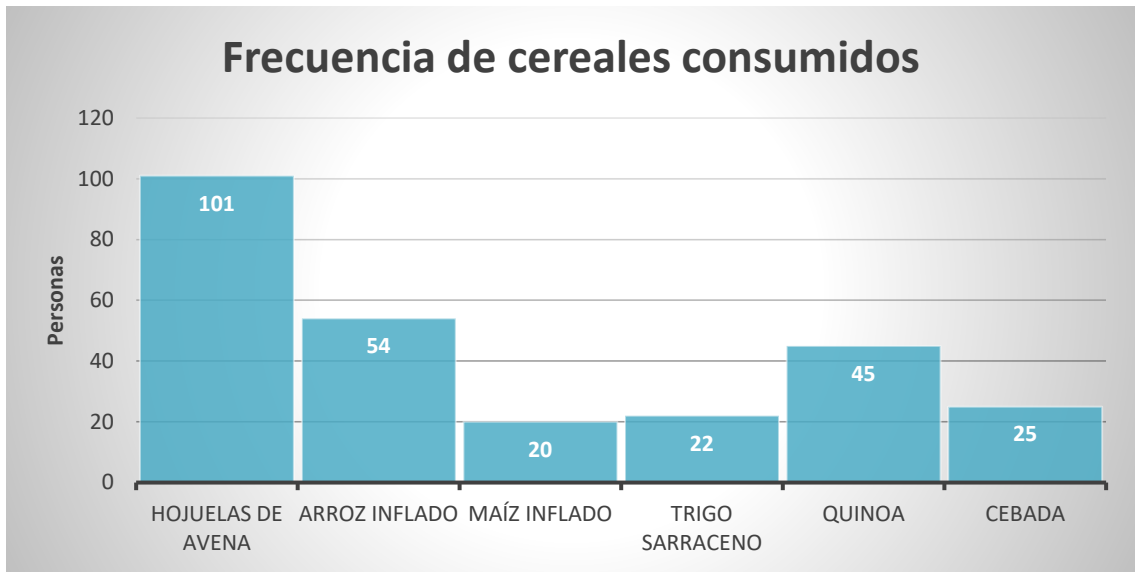
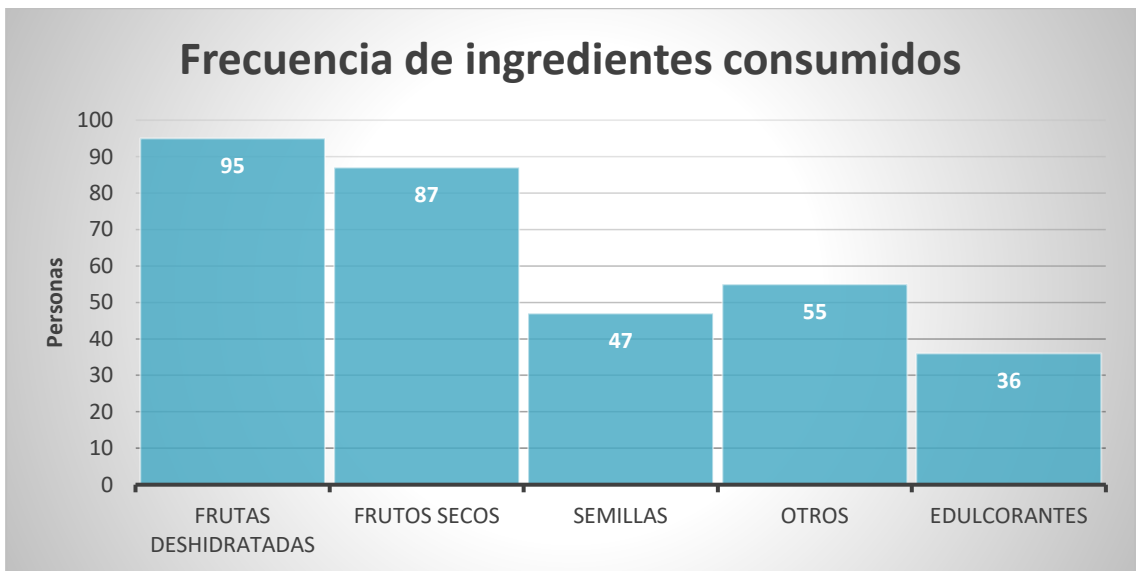


Figura 15 Frecuencia de otros ingredientes contenidos en los crackers dulces buscados por el consumidor



La segunda parte de la encuesta se basó en la aceptación y el consumo frecuente de cracker dulce de cereal sin tomar en consideración ingredientes específicos para estos productos; simplemente una barrita con mezcla de cereal de cualquier tipo. El objetivo de este segmento es conocer un poco más a profundidad los gustos y opiniones de los consumidores de cracker dulce, para tomar en consideración las características, sabores e ingredientes mencionadas por los consumidores al momento de crear la formulación y ejecución del producto.

Lo primero es mencionar que para el análisis de este segmento se tomó en consideración únicamente a las 118 personas (55% de las encuestas) que mencionaron que su consumen crackers dulces; esto con la finalidad de tener solo respuestas de personas que están involucradas de alguna manera con este tipo de productos. La primera pregunta relacionada a los ingredientes como cereales y otros ingredientes que la gente consumiría en un cracker dulce son hojuelas de avena y arroz inflado los cuales son los principales cereales utilizados para brindar volumen y valores nutricionales a la barrita. Así mismo, las personas mencionaron que les gusta que los crackers dulces contengan frutas deshidratadas y frutos secos. A partir de estos datos se tomó la decisión de incluir coco y arándanos deshidratados como parte de la formulación para brindar cierto factor de acidez y variedad de sabores que destacan ante la presencia de los cereales.

Figura 16 *Importancia de azúcares totales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados*

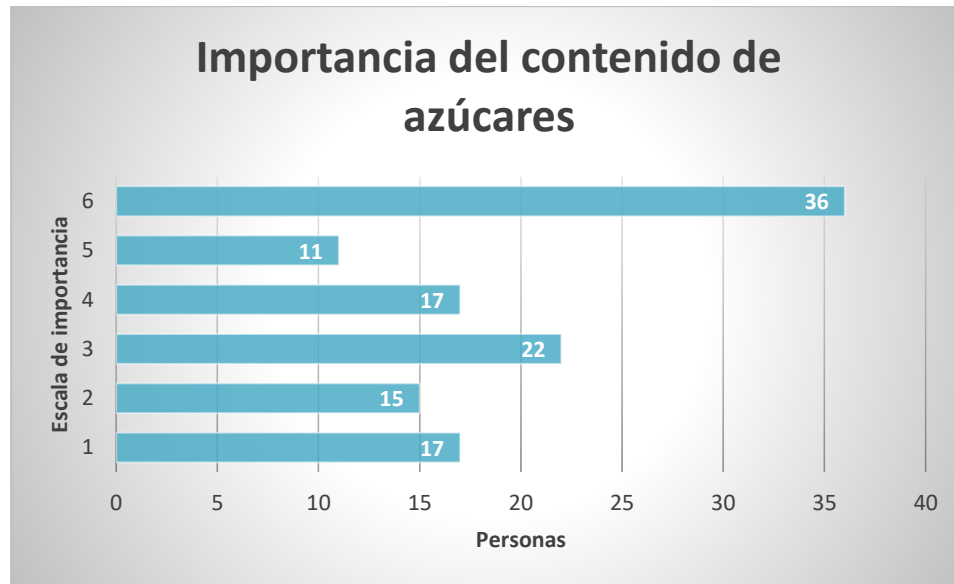
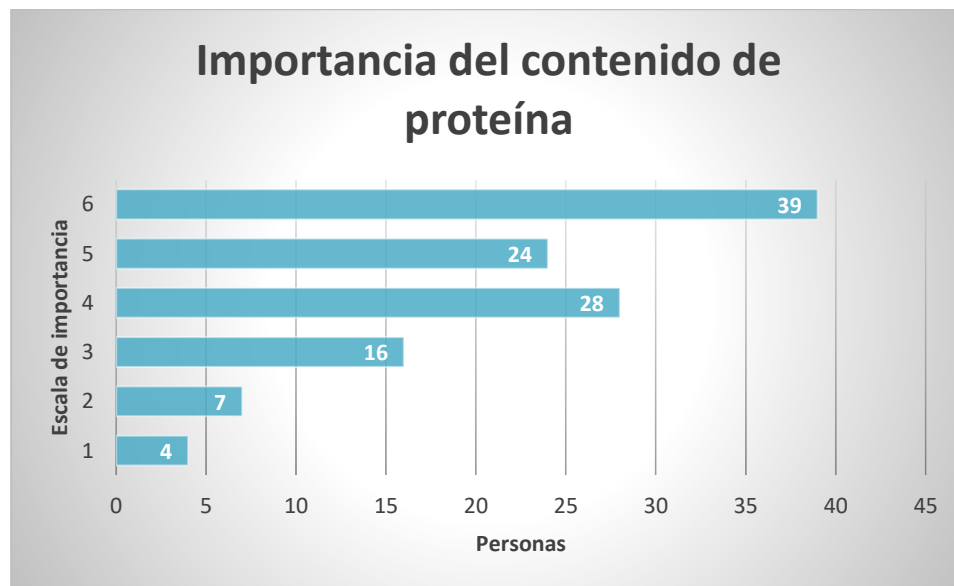
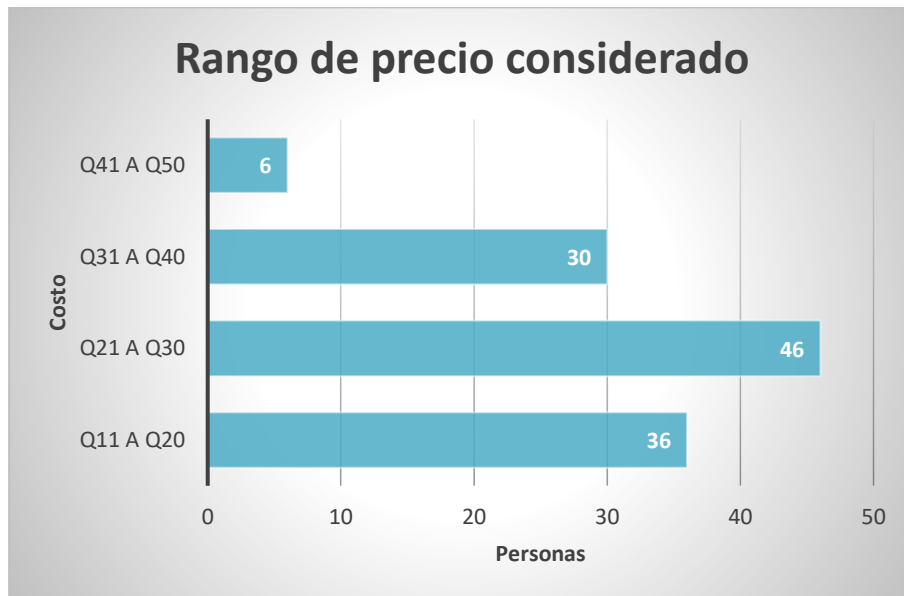


Figura 17 *Importancia de proteína totales contenidos en los crackers dulces de los consumidores encuestados*



Al momento de mencionar la importancia del valor nutricional, la cantidad de azúcares y proteína contenida en los crackers dulces. Las personas realmente muestran un interés por estos dos macronutrientes en el cracker dulce, ya que el personal realmente percibe esto como dos factores a tomar en consideración. Siendo que más del 50% de las personas, que si consumen barras, votaron un 6 (muy importante) en la importancia del contenido de azúcares y proteína al momento de consumir y comprar un cracker dulce. Por lo que, el añadir harina de grillo al producto puede incrementar de forma considerable la cantidad de proteína total y la calidad de esta en el producto.

Figura 18 Rangos de precio que los consumidores encuestados están dispuestos a pagar



Haciendo referencia a los precios podemos mencionar que la mayoría de los encuestados estarían dispuestas a pagar por una caja de 6 unidades un valor entre Q21.00 a Q30.00 por el paquete. Así mismo, se puede mencionar que los encuestados también están dispuestos a pagar entre un rango de Q31.00 a Q40.00, indicando que el precio real del producto terminado puede estar entre estos dos rangos previamente mencionados. Se debe tomar en cuenta que el costo de los ingredientes de la formulación de productos similares está alrededor de %15 al 20%, lo cual se validará al costear la fórmula final. Dando un margen que cada barra debe tener un costo menor a Q3.00 para duplicar las ganancias del producto. Este es un valor de suma importancia al momento de realizar en la formulación, para poder formular de acuerdo a los parámetros de costos de ingredientes analizados, buscando la manera de crear un producto relativamente de bajo costo así lograr aumentar las ganancias netas obtenidas. Lo cual significa que la materia prima utilizada debe de ser de calidad, pero sin tener costos elevados para evitar un alza en el costo y que no sea viable el proyecto debido a las bajas ganancias que se pudieran llegar a obtener del producto.

2 Información sobre el consumo de insectos

Figura 19 Aceptación del consumo de insectos de los 214 participantes encuestados

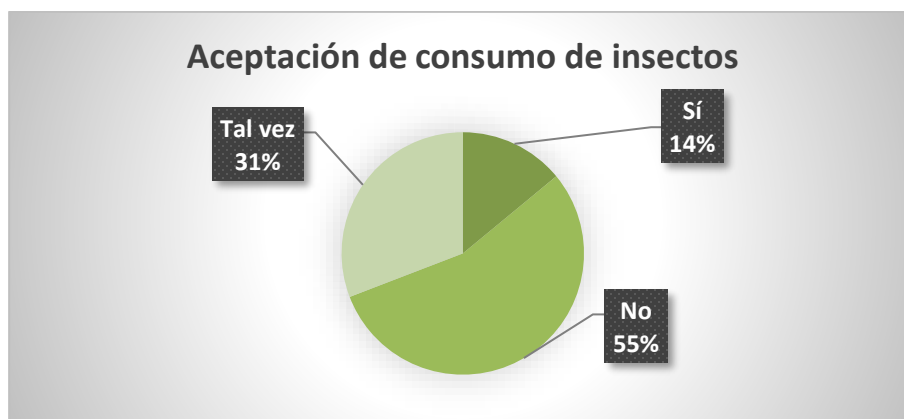


Figura 20 Forma de consumo de insectos según los participantes encuestados

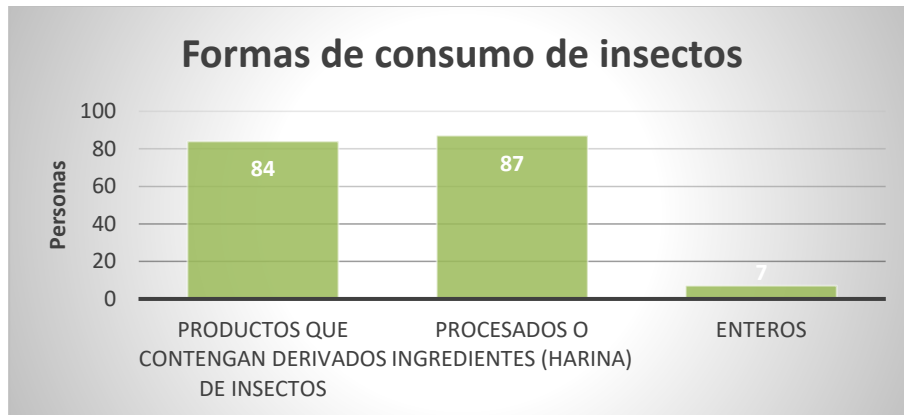
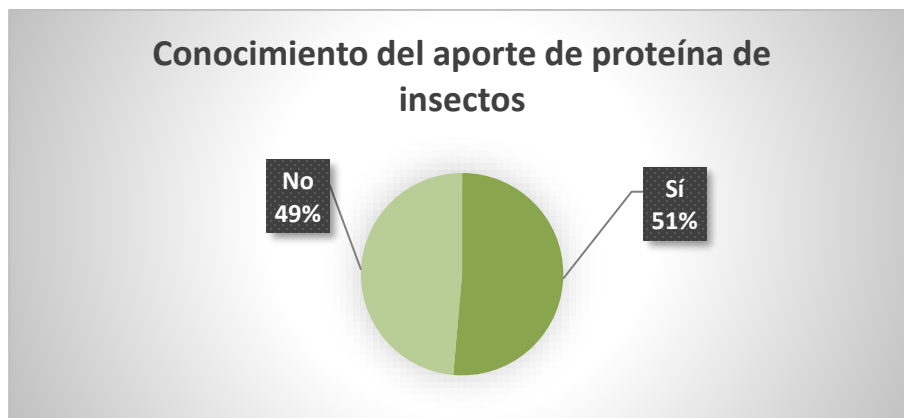


Figura 21 Conocimiento de los participantes del contenido de proteína de los insectos



Con respecto a los resultados obtenidos del consumo de insectos el más relevante es la aceptación de las personas. En la Figura 19 se puede observar que el 55% de las personas mencionó que no comería insectos, siendo un total de 118 personas; el otro 45% estuvo dividido con un 31% (66 personas) mencionando que tal vez sí consumirían insectos y un 14% (31 personas) mencionando que sí consumirían insectos. Es importante destacar que en el anexo 10 se presenta un gráfico de nube con las palabras más destacadas del porque las personas que no consumirían insectos tomaron esa decisión. Como se puede observar el motivo más común es que no es costumbre o no es parte de la cultura actual de Guatemala, esto da a entender que no están completamente cerradas a la idea de consumir insectos, sino que simplemente no es algo normal de actualmente en el país. Eso significa

que de las 118 personas que no consumen, 25 personas están dispuestas a consumir, pero no lo hacen por la cultura actual.

En ese mismo contexto, podemos observar que la palabra “asco” también tiene una cantidad de menciones, esto se debe a que existe información que da a mal entendidos relacionada al tratado y cuidado de los insectos al momento de ser criados en un ambiente controlado. Por lo que las personas los perciben como animales desagradables y asquerosos por la reputación que han obtenido durante los últimos años. Así mismo podemos destacar que otras palabras utilizadas importantes de considerar son “bajo conocimiento”, “poco apetecible”, “poca higiene” las cuales son descriptores de la falta de conocimiento que las personas a nivel general tienen relacionada a estos temas, porque lo que el consumo de insectos se puede percibir de muchas maneras dependiendo de la información adquirida e investigada por cada persona individual.

Al observar la Figura 21, en la cual se interpreta el conocimiento que tienen las personas sobre el aporte nutricional alto de los insectos, podemos determinar que el 51% de encuestados (110 personas) mencionó que sí y el 49% de encuestados (104 personas) menciona que no conocía de este tema. Por lo que al relacionar este tema con el anterior podemos determinar que realmente existe una gran variedad de opiniones y conocimiento respecto a los insectos. Debido a que mucha gente no los acepta por cultura, pero la desinformación y falta de conocimiento es un factor que todavía está afectando la aceptación de este tipo de alimentos en Guatemala. Por último, mencionar, que como era de esperar la mayor parte de personas prefiere comer insectos procesados como algún tipo de harina o como un producto que contenga insectos dentro de sus ingredientes. Esto debido a que al estar procesados no se puede observar el insecto como tal, sino que al estar mezclado con el resto de los ingredientes no existe una diferencia notoria en el producto con residuos de insectos, es decir que no se observan partes notorias del insecto si no únicamente una harina procesada.

B. Resultados fisicoquímicos de la harina trigo y harina de grillo

El análisis fisicoquímico de la harina de grillo permitió comparar ciertas características de las harinas que son determinantes para conocer sus propiedades funcionales al momento de formular, así como ciertas características para determinar la

calidad e inocuidad del producto. Para estos análisis cabe recalcar que todos los resultados fueron comparados contra la normativa del RTCA 67.01.15:07 “Harinas. Harinas de Trigo Fortificadas. Especificaciones” para evaluar con parámetros establecidos por normativa que deben ser cumplidos. Así mismo, es importante mencionar que esta normativa no aplica a las harinas derivadas de insectos, sin embargo, son los valores más cercanos de comparación que se tienen para evaluar el cumplimiento de la harina de grillo.

Comenzando por las características físicas del producto se logró determinar que la harina de trigo presenta un color blanco intenso, con un olor característico de carbohidratos y sabor muy leve sin nada predominante. Al momento de comparar estas características con la harina de grillo se logra determinar que son harinas diferentes. La harina de grillo presentó un color claro una mezcla entre color café y ciertas tonalidades grises, un olor muy fuerte a concentrado entre nuez/cocoa y un sabor un poco almendrado o nueces. Por otro lado, la característica de tamizado en las harinas es de suma importancia, ya que estas pueden ayudar a conocer si la harina puede aglutinarse y evitar una mezcla homogénea con otros polvos o al momento de formular un producto con ellas.

Tabla 9 Tamizaje de la harina de trigo, harina de grillo y mezclas entre las harinas

Porcentajes de retención de las muestras control y las diferentes mezclas							
Tamiz	Harina de trigo	Harina de grillo	Mezcla del 5%	Mezcla del 10%	Mezcla del 15%	Mezcla del 20%	Mezcla del 25%
25	26.00%	99.66%	50.84%	74.80%	23.03%	85.83%	96.76%
40	36.76%	0.12%	19.82%	1.85%	57.30%	0.66%	0.06%
60	31.03%	0.10%	25.34%	18.29%	16.30%	7.96%	0.46%
80	4.62%	0.08%	1.04%	1.93%	0.58%	2.61%	0.84%
100	0.20%	0.04%	0.38%	0.10%	0.22%	0.12%	0.18%
Fondo	1.89%	0.00%	2.11%	2.05%	1.95%	1.87%	1.29%

Los resultados relacionados al tamizado de las harinas son presentados en la Tabla 9, los cuales son harinas puras y las mezclas utilizadas. Estos fueron realizados con la finalidad de conocer al tamiz de cada una de las harinas y determinar si son diferentes entre ellas. Con relación a la harina de trigo podemos observar que el tamizado está distribuido principalmente entre los tamices de 25, 40 y 60 teniendo aproximadamente el 95% del total de los pesos retenidos entre esos tamices, indicando que la harina de trigo tiene una partícula mayormente de 0.250mm. Por otro lado, la harina de grillo se obtuvo que el 99%

de la harina se quedó en el tamiz de 25, es decir que tiene un tamaño de partícula de 0.707mm. Esto quiere indicar que tiene un tamaño de partícula mayor a la harina de trigo la cual puede ser ocasionada a los molinos utilizada, es decir que los molinos para procesas no son tan finos para lograr tamaños de partículas pequeños.

Además, otro factor que puede afectar es que la harina de trigo presento una mayor cantidad de aglutinamiento de la harina, ocasionando tener una mayor cantidad de grumos de mayor tamaño dando como resultado que la harina con mayor aglutinamiento y no sea tan sencilla de atravesar los tamices. Otro punto para tomar en consideración es como las diferentes mezclas reaccionan al tamiz, con la finalidad de determinar si la harina de grillo al tener un tamaño de partícula mayor afecta el tamaño de partícula de la harina de trigo. Obteniendo diferentes valores al tamiz de la harina de trigo sin mezcla. Este parámetro ayudará a determinar si la mezcla utilizada en el Cracker Dulce puede generar cambios en la textura y aspectos visuales del producto final luego del proceso de horneado.

Con relación a los resultados del proceso de tamizado de las mezclas de harina de trigo y grillo se logró determinar que entre mayor sea la cantidad de harina de grillo añadido mayor será el aglutinamiento de las partículas. Dando como resultado un mayor porcentaje retenido en los primeros tamices. Esto se puede observar en la Figura 22, en la cual a partir de la mezcla del 10% de harina de grillo la mezcla se comienza a comportar como la harina de grillo pura. Indicando que las partículas de la harina de grillo definitivamente generan un cambio e impacta en el tamaño de la harina de trigo, generando un aglutinamiento en las partículas y disminuyendo la cantidad de harina que logra ser tamizada en su totalidad.

Figura 22 Gráfica de comparación de los porcentajes de tamizados de las mezclas de harina y control

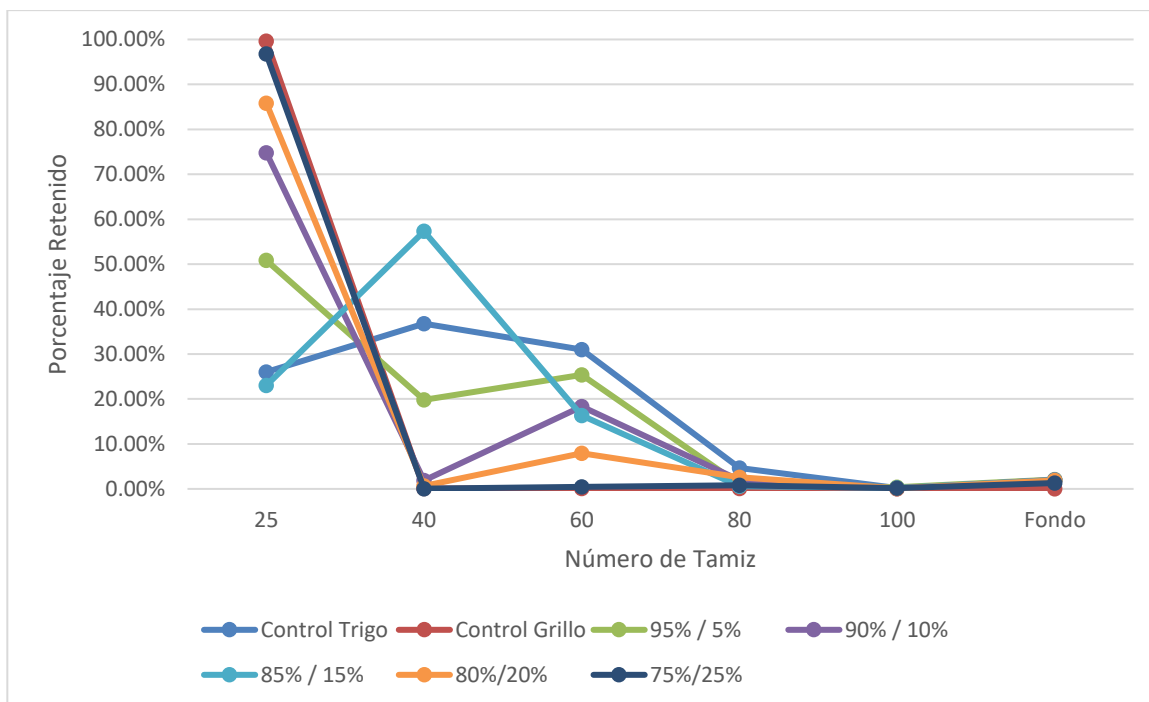


Tabla 10 Características fisicoquímicas medidas para la harina de trigo y grillo

Características	Harina de trigo	Harina de grillo
Actividad de agua	0.494 ±0.001	0.358 ±0.001
Porcentaje de humedad	14.10% ±0.01	4.20% ±0.01

Los aspectos fisicoquímicos como la actividad de agua y el porcentaje de humedad en una harina son fundamentales para preservar la calidad del producto y evitar la contaminación debido a la presencia de microorganismos. Para este caso se esperaban valores menores a 0.6 para la actividad de agua y una humedad menor al 15.5% según se indica en el RTCA 67.01.15:07. Como se puede observar los resultados para la actividad de agua son de 0.494 en la harina de trigo y 0.358 para la harina de grillo; resultados donde ambos productos cumplen con lo esperado. Por el otro lado, el análisis de humedad los resultados fueron variados, obteniendo un porcentaje de 14.10% y 4.20% para la harina de trigo y harina de grillo respectivamente. Para este caso la diferencia en los valores de

humedad se puede deber al proceso utilizado para cada una de las harinas. En la harina de grillo al realizar un proceso de liofilizado la presencia de moléculas de H₂O es considerablemente menor, ya que toda esa agua es eliminada del producto, permitiendo que esta tenga una menor humedad presente al momento de realizar el proceso de molienda para obtener la harina. A diferencia del proceso de la harina de trigo su proceso normal es un secado común por convección y luego un proceso de molido.

Tabla 11 Resultados microbiológicos de la harina de trigo y harina de grillo

Características	Harina de trigo	Harina de grillo
Mohos y levaduras	32 UFC/g	10UFC/g
Presencia de coliformes	< 10 UFC	< 10 UFC
Presencia de salmonella	< 10 UFC	< 10 UFC

El aspecto evaluado en la harina de grillo como materia prima fue un recuento de microbiología de los principales aspectos que pueden afectar la calidad e inocuidad de la harina, en productos derivados de esta o atentar contra la salud del consumidor. Para realizar este análisis debido a la falta de normativas oficiales para estos productos se tomó como base el RTCA 67.01.15:07 “Harinas. Harinas de Trigo Fortificadas. Especificaciones” y en el RTCA 67.04.50:17 “Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos”. Estos fueron utilizados como punto de partida para analizar los parámetros de mohos y levaduras. Otro parámetro importante es la falta de confianza que se tiene hacia estos productos por ser derivados de insectos, por lo que se decidió realizar análisis de coliformes y salmonella que son dos posibles patógenos que atentan contra la inocuidad del producto debido a sus condiciones de almacenamiento y procesamiento. Es importante resaltar que, siguiendo las prácticas adecuadas de limpieza, desinfección y BPMs se disminuye el riesgo considerablemente.

Como se puede observar en la Tabla 12, los resultados microbiológicos para la harina fueron los adecuados para un producto inocuo y seguro de consumir. Esto se debe a que no mostró presencia de salmonella y coliformes, indicando que el producto no tiene patógenos que puedan atentar contra la salud del consumidor. Así mismo la cantidad de

mohos y levaduras se presentó un valor de 10UFC/g para la harina de grillo y 32UFC/g en la harina de trigo. Estableciendo que ambos productos cumplen con la normativa relacionada con la cantidad total permitida. Este valor puede verse afecto por las condiciones de almacenamiento de los productos y la humedad relativa presente en las harinas.

Tabla 12 Retención de solventes de la harina de grillo y harina de trigo

Solvente	Harina de trigo	Harina de grillo
Ácido láctico	96.09% \pm 0.02	0.025% \pm 0.02
Sacarosa	91.79% \pm 0.02	31.67% \pm 0.02
Agua destilada	89.06% \pm 0.02	22.34% \pm 0.02

Para las pruebas de retención de solventes, los resultados son presentados en la Tabla 13, en el que se pueden observar 3 análisis distintos. Estas pruebas ayudan a determinar ciertas características físicas en la harina que pueden influir al momento de utilizar la misma como materia prima para la elaboración de distintos tipos de productos. La primera prueba realizada es la prueba de ácido láctico, el objetivo de esta prueba es principalmente determinar un aproximado de la cantidad de gluteninas o gluten que puede contener la harina. Esto ayuda a conocer si es posible realizar una masa con la harina y que tan estable puede llegar a ser esta masa para el procesamiento (Dergal, 2019). En los resultados para este análisis se puede observar una clara diferencia: la harina de trigo presentó un 96.09% de retención de solvente o ácido láctico. Este valor permite determinar que esta harina sí tiene una gran capacidad para la formación de redes de gluten, logrando concluir que sí se puede formar una masa con ella. Por el lado contrario, la harina de grillo presentó un valor de 0.025% de retención, indicando que simplemente la harina no tiene presencia de gluteninas. Esto da a conocer que la harina de grillo no logra formar redes de gluten y no podría formar una masa estable que sea maleable y moldeable como tal para la formulación de panificación. Sin embargo, esta característica logró determinar cuál sería la mejor aplicación para esta harina con el objetivo de realizar un producto horneado sin necesidad de tener redes de gluten que puedan ser determinantes para obtener una textura

adecuada en el producto terminado. Debido a esto se tomó la decisión de realizar un “craker dulce” el cual realmente debe tener una textura más crujiente y la formación de redes de gluten no es determinante para obtener un producto de calidad.

La siguiente prueba realizada es el porcentaje de retención de agua y una solución de agua y sacarosa. Esta prueba tiene el objetivo de determinar la hidratación general de la harina y tener un valor aproximado de cuánta agua puede absorber la harina. Este valor ayuda al momento de estar formulando para saber la cantidad máxima de agua que se puede añadir a la mezcla para formar una masa maleable y moldeable y evitar que esta esté sobre hidratada y poco manejable. Esto es una característica importante para considerar para que sea más moldeable y lograr conseguir la integración de todos los ingredientes de la formulación. Los valores obtenidos para esta prueba son 91.79% y 89.06% de retención de solución de sacarosa y agua respectivamente para la harina de trigo. Así mismo los valores de 31.67% para sacarosa y 22.34% para agua de la harina de grillo nos permite comparar que esta harina no tiene porcentajes elevados de hidratación.

Con estos valores podemos determinar que la harina de grillo tiene un porcentaje de hidratación considerablemente menor a comparación de la harina de trigo. Esto ocasiona que, al realizar mezclas entre ambas harinas y disminuir la cantidad de harina de trigo presente, se disminuye la cantidad de agua que se puede añadir a la formulación. Este porcentaje de hidratación permitió conocer un aproximado de agua que se puede añadir a cada una de las mezclas de harina de trigo y harina de grillo para lograr un punto de balance entre ambas harinas al momento de realizar la formulación. Por otro lado, también cabe mencionar que el porcentaje de retención de agua se puede ver afectado por la cantidad de proteína presente, esto se debe a que entre mayor sea la cantidad de proteína en una harina mayor será la cantidad de agua que esta necesita para lograr hidratar la mezcla y lograr formar una masa. Sin embargo, en el caso de la harina de grillo al tener una cantidad no significativa de gluteninas, como se explicó antes, realmente la proteína no afecta de forma directa con la cantidad de agua que se necesita para formar redes de gluten.

Por último, otro factor que determina la capacidad de retención de agua se relaciona al tamaño de partícula; entre menor sea el tamaño de partícula de la harina necesitará de una mayor cantidad de agua para poder hidratarse de forma adecuada. Como se logró determinar en la prueba de tamizaje, la harina de grillo realmente tiene una partícula relativamente grande en comparación de la harina de trigo, por lo que la cantidad de agua para hidratarse es menor.

Debido a las razones previamente mencionadas podemos determinar que el porcentaje de hidratación de la harina de grillo sí debe ser significativamente menor a la de la harina de trigo; esto se ocasiona por el gran tamaño de su partícula y la falta de gluteninas presentes en la harina. Dando como resultado una harina que necesita poca agua para hidratarse, disminuyendo la cantidad de agua que puede retener con el tiempo, así como la cantidad de agua que se puede llegar a utilizar en la formulación final para la elaboración de los “crackers dulces”.

C. Resultados de proceso de formulación

Para el proceso de formulación del “Cracker Dulce” se realizaron una serie de procesos que tenían el objetivo de ir mejorando la formulación con cada etapa de prueba, logrando cambiar aquellas características que no eran satisfactorias o que generaban características sensoriales no aceptadas en el producto terminado. Estos procesos se dividieron en etapas en las cuales se basan en ajustar materia prima para la formulación, luego ajustar características del procedimiento para lograr mejoras en el aspecto físico y por último ajustar cantidades para obtener un producto balanceado, con un costo adecuado y aceptado por el consumidor.

Tabla 13 Hidratación de la sustitución de harina de trigo con harina de grillo

	Harina de trigo	Sustitución de harina trigo con harina grillo				
		5%	10%	15%	20%	25%
Agua añadida (g)	61.0240 ±0.001	58.1720 ±0.0001	50.6810 ±0.0001	47.6923 ±0.0001	43.0935 ±0.0001	37.7401 ±0.0001

La primera etapa previo a comenzar a realizar pruebas de formulación se comprobó de forma experimental la cantidad de agua que se podía retener con las harinas y las distintas mezclas de harinas a utilizar. Para esto se estuvo añadiendo agua poco a poco hasta lograr formar una masa homogénea que tenga cierto exceso de agua. Esto ayudó a determinar un balance entre la cantidad de agua necesaria para hidratar todas las mezclas de harina, pero siempre evitando tener un exceso. Durante estas pruebas se logró determinar que mientras una mayor cantidad de harina de grillo contenía la mezcla, menor es la cantidad de agua que esta podía absorber; generando cambio en la masa como una textura más pegajosa, menos moldeable y sobre todo menos homogénea. Esto era debido a que como se observó en los resultados fisicoquímicos de las harinas, la harina de grillo retiene una cantidad considerablemente menor de agua que la harina de trigo por los motivos previamente mencionados. Al final de este proceso se logró obtener un porcentaje de agua aceptable para todas las mezclas, siendo el factor limitante la mezcla de 25% harina de grillo y 75% harina de trigo por la información antes mencionada.

Tabla 14 Formulación utilizada para cada una de las sustituciones realizadas de harina de grillo

Ingredientes	Formulaciones					
	Control	Mezcla 5%	Mezcla 10%	Mezcla 15%	Mezcla 20%	Mezcla 25%
Arroz inflado	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%	20.0%
Avena	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%
Agua	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%	40.0%
Harina trigo	15.0%	14.3%	13.5%	12.8%	12.0%	11.3%
Harina grillo	NA	0.8%	1.5%	2.3%	3.0%	3.8%
Arandanos	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Coco	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
Costo	Q 2.72	Q 3.17	Q 3.62	Q 4.07	Q 4.52	Q 4.97

La segunda etapa del proceso de formulación consistió en realizar la primera formulación control la cual no contenía haría de grillo, con las sustituciones parciales. Esta formulación se realizó tomando en consideración los resultados obtenidos en la encuesta para integrar todos aquellos ingredientes que eran mayormente buscados por los consumidores. Así mismo, esta formulación control permitió determinar el balance inicial entre todos los ingredientes para tener los porcentajes adecuados de cada uno utilizados en la formulación. A raíz de esta formulación se comenzaron a realizar cambios y sustituciones de la harina con la finalidad de determinar qué cambios físicos se podían observar en el cracker dulce con la incorporación de la harina de grillo. Por último, las pruebas con la formulación control ayudo a identificar la funcionalidad de cada uno de los ingredientes dentro del producto terminado ayudando a realizar posibles cambios futuros según como se fuera necesitando en el transcurso de la formulación. La funcionalidad de cada uno de los ingredientes es la siguiente:

- Arroz inflado: generar volumen en la mezcla de cereales para tener una reducción en los costos.
- Avena: proporcionar un aporte de carbohidratos y otros nutrientes, así como ayudar a formar la base de cereales que ayudará a genera volumen en la mezcla.
- Agua: hidratación de la harina con la finalidad de formar redes de gluten y así tener una mezcla que pueda ser maleable y moldeable.

- Harina trigo: formar redes de gluten que funcionará como agente engomante en la formulación, logrando que todos los ingredientes se integren a la mezcla.
- Arándanos: generar un balance entre lo dulce y ácido, logrando así un mejor sabor y sensación al momento de la degustación.
- Coco: dar un sabor sutil y diferente el cracker dulce que combina bien con el sabor de los arándanos.
- Chocolate Blanco: aportar un sabor dulce el cracker dulce y ayudar con la presentación del producto terminado.

Luego de la formulación control se hicieron las correspondientes adaptaciones de la harina trigo sustituyendo el 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de harina de grillo. Las formulaciones utilizadas se pueden observar en la Tabla 14. Así mismo, se determinó de forma paralela un costo aproximado de la formulación y la cantidad de proteína teórica presente en cada formulación para comenzar a comparar estos valores con la normativa y los resultados obtenidos en la encuesta. Estos datos fueron funcionales para ir determinando la tendencia de como la harina de grillo ayudaba a aumentar de manera considerable la cantidad de proteína contenida en el cracker. Como se puede observar en el anexo 2 la harina de grillo contiene 65gramos de proteína por cada 100 gramos de producto, es decir el 65% del total de la harina es constituido por aminoácidos tanto esencial como no esencial. Dando así un aporte significativo a la formulación del cracker dulce a medida que el porcentaje de esta aumenta. A partir de comparar las formulaciones podemos observar que cada 5% que se aumenta la harina de grillo, se está aumentando un aproximado de 1 a 2 gramos de proteína en la formulación.

Sin embargo, un aspecto negativo de este aumento en la proteína es el costo, ya que el costo de la formulación control es de Q2.72 por una formulación de 100gramos. Mientras que la formulación con un menor costo de harina de grillo es de Q3.17 y la formulación más costosa es de Q4.97 por cada 100 gramos de producto. A partir de estos números se comenzó a determinar que la harina de grillo es un factor de suma relevancia en la formulación, ya que aumenta de forma considerable la cantidad de proteína en el cracker dulce, pero también aumenta el costo de una forma considerable. Dando así una variable a tomar en consideración al momento de realizar cambios en la formulación.

Tabla 15 Formulación control con la incorporación de aceite vegetal

Formulación control						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	18.41%	18.41	1.42	Q 544.00	10000	Q 1.00
Avena	16.57%	16.57	2.49	Q 156.96	10000	Q 0.26
Agua	36.82%	36.82	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	12.56%	12.56	1.63	Q 2,970.53	50000	Q 0.75
Aceite vegetal	9.21%	9.21	0.00	Q 350.00	17335	Q 0.19
Arándanos	3.68%	3.68	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.22
Coco	2.76%	2.76	1.38	Q 71.59	1000	Q 0.20
	100%	100	6.92			Q 2.61

El siguiente problema observado en la formulación, es que todas las cracker dulce realizas sin importar el porcentaje de harina de grillo estaban con una textura elástica y no era agradable al momento de consumir el producto. Debido a esto se tomó la decisión de agregar una fuente de grasa a la formulación con la intención de mejorar la textura y lograr que sea más suave, y agradable al momento consumirla. El porcentaje fue de 9.21%, que tuvo un impacto en el costo de Q0.19 aproximadamente, logrando así mejorar la textura de una forma significativa. Sin alterar de forma significativa el costo unitario de cada el cracker dulce. Durante esta etapa se debe tener en consideración de no añadir un exceso de aceite o grasa, para evitar que la oxidación afecte el sabor y la calidad el aceite, es decir que no se desea una masa grasosa o brillante. Dando como resultado un cambio en el tiempo de vida del producto y generando cambios no deseados.

Tabla 16 Formulación final utilizada para los análisis fisicoquímicos y sensoriales

Formulación final de la elaboración de barra alta en proteína para 100g								
Ingredientes	Porcentaje		Peso (g)		Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	17.500%	19.50%	17.50	19.50	1.42	Q 544.00	10000	Q 1.01
Avena	15.500%	17.50%	15.50	17.50	2.49	Q 156.96	10000	Q 0.26
Agua	35.500%	37.50%	35.50	37.50	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	9.500%	10.50%	9.50	10.50	1.22	Q 2,970.53	50000	Q 0.59
Harina grillo	2.500%	4.50%	2.50	4.50	2.06	Q 300.00	454	Q 2.31
Aceite vegetal	8.500%	10.50%	8.50	10.50	0.00	Q 350.00	17335	Q 0.19
Arándanos	2.500%	4.50%	2.50	4.50	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.21
Coco	1.500%	3.50%	1.50	3.50	1.38	Q 71.59	1000	Q 0.18
					8.56			Q 4.75

El último paso realizado para la formulación es realizar pruebas con la formulación mostrada en la tabla 15. Donde se presenta la formulación en un rango de porcentajes utilizados para realizar los ajustes finales para lograr obtener un balance entre todos los ingredientes. Logrando así obtener el producto terminado con las características esperadas. El costo de la formulación final es de aproximadamente Q1.43 para un cracker dulce de 30g la cual será la presentación final del producto, es importante mencionar que los costos de la formulación pueden variar según el proveedor de MP. Al tomar este costo en la formulación final, se espera tener un precio al público aproximado de Q8.50, siendo este el 20% del total del costo del producto terminado. Es decir que el producto terminado debe tener un precio de aproximadamente Q40.00 por caja para lograr obtener ganancias. Considerando las respuestas obtenidas en la encuesta de los consumidores, se puede mencionar que este precio si está dentro de los rangos establecidos de venta al público. Así mismo, el precio elevado del producto a comparación de otros crackers dulces en el mercado es justificable, ya que este se puede considerar un producto más premium debido a los ingredientes contenidos para su elaboración, en comparación a las barritas comerciales que existen en el mercado.

Por otro lado, para esta presentación (30g) se tiene un total de 2.32g de proteína contenida en el producto y al realizar una conversión para un peso total de 100g se tiene un total de 8.56 gramos de proteína teóricos para la formulación final obtenida. Este valor obtenido al no ser derivado de un análisis de proteína adecuado solo es un indicador de cuanta proteína mínimo debería tener el producto terminado. Sin embargo, para poder tener una mayor seguridad y fidelidad del valor real en la siguiente etapa de resultados se logró determinar la proteína total contenida en el cracker dulce.

D. Resultados de fisicoquímicos

Posteriormente al proceso de formulación se realizaron los respectivos análisis de calidad correspondientes para este tipo de productos. Realmente estos análisis tienen la finalidad de conocer los parámetros o atributos que son considerados de mayor importancia en el “cracker dulce”.

Tabla 17 Análisis fisicoquímico de la formulación control y final.

Muestra	% Humedad	Aw	Textura	
			N	mm
harina control	14.97% ±0.001	0.57 ±0.01	157.00 ±0.005	7.05 ±0.005
Formula harina grillo	15.00% ±0.001	0.59 ±0.01	154.00 ±0.005	7.06 ±0.005

Lo primero que se decidió evaluar es el porcentaje de humedad y actividad de agua. Esto con la finalidad de conocer el valor dentro de la curva y poder tener una idea de que tan propenso es a tener un deterioro rápido debido al crecimiento de microorganismos. Los valores obtenidos para este análisis son de 14.97% para la formulación control y 15.99% para la formulación con incorporación de harina de grillo. Por parte de los resultados de la actividad de agua los valores obtenidos fueron de 0.57 para la formulación control, para la formulación con incorporación de harina de grillos los resultados fueron de 0.59 respectivamente. Estos valores nos indica que tienen una humedad relativa baja, haciendo referencia a que cierta cantidad de agua fue eliminada durante el proceso de cocción del producto. Sin embargo, cabe mencionar que según parámetros de calidad un cracker dulce de cereales debería tener un porcentaje de humedad entre el 5% al 13%, según la normativa Codex Alimentarius (2023). Estos significan que al comparar el producto elaborado con los valores “normales” para este tipo de productos está por encima de los parámetros adecuados. Esto se debe a que para lograr la formulación del producto fue necesaria la incorporación de agua para la formación de gluten, ocasionando que se tenga un valor más alto de humedad.

Por otro lado, al incorporar agua al producto está también ocasiona que tenga una mayor actividad de agua. Dando problemas en la formación de microorganismos u hongos en corto tiempo. Sin embargo, al tener un valor aproximado entre 0.5 y 0.6 al comparar este dato con la curva mostrada en la sección de anexos, podemos concluir que esta justo al inicio de los valores críticos para la formación de microorganismos. Es decir que todavía no es un valor crítico por controlar en el producto y que pueda afectar la vida útil del producto. Así mismo, este valor se encuentra en la parte baja de la oxidación de lípido, lo que indica que el aceite agregado en la formulación no se debería de cambiar

sensorialmente al estar en contacto con el ambiente. Logrando así que el producto sea más estable y tenga un menor riesgo de contaminación.

Tabla 18 Análisis de proteína de 100g la formulación final

Muestra	%Nitrógeno	Proteína (g)
Cracker control	0.61 ±0.06	3.53 ±0.08
Cracker grillo 25%	1.76 ±0.06	10.12 ±0.08

La proteína contenida en el producto es uno de los resultados más importantes debido a que todo el trabajo de investigación ronda a la calidad de la proteína de harina de grillo y como este tipo de materia prima mejora la proteína contenida en los alimentos. Como se puede observar en la Tabla 18 el porcentaje de proteína si tuvo un cambio significativo entre la formulación control y la formulación con harina de grillo. Los resultados para la formulación control fueron de 3.53g de proteína contenida en el cracker dulce. Por el otro lado, los resultados para la formulación con harina de grillo fueron de 10.12g.

A partir de la incorporación de harina de grillo al 25% a la formulación con sustitución parcial, se logró tener un aumento del 30% aproximado en el contenido de proteína en comparación a los datos teóricos de proteína estimada a partir del etiquetado nutricional de la formulación con sustitución parcial de harina de grillo. Al hacer la relación se incorporó entre 2.5% a 4.5% de harina de grillo y se logró triplicar el contenido de proteína en el producto terminado. Se esperaba obtener un aumento mínimo del 20% al incorporar la harina de grillo en comparación a la formulación de cracker dulce sin la sustitución parcial, sin embargo, como se menciona anteriormente el aumento fue de 30% de proteína.

Por otro lado, la formulación control sin la incorporación de harina de grillo presentó una disminución del 51% de proteína teórica contenida en el cracker dulce en comparación al dato experimental. Se analizaron las posibles causas, logrando identificar las siguientes:

La primera causa se relaciona al etiquetado nutricional de todos los productos utilizados como materia prima para la elaboración de los crackers dulces. Esta causa hace referencia que, para obtener los valores teóricos de proteína contenida en la formulación de forma teórica, el cálculo se basó en los datos indicados por el proveedor en la etiqueta del producto, donde hace énfasis a cierto contenido de proteína por una porción recomendada. Se logró extrapolar estos datos para adaptarlos a las cantidades utilizadas de producto en la formulación.

Para comprender de mejor manera se hace referencia al RTCA (67.01.60:10) “Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años” específicamente en el anexo C (MSPAS, 2021); este hace referencia a las aproximaciones obligatorias a realizar al momento de estar elaborando una etiqueta nutricional. Se indica que si el alimento contiene 1g de proteína o más, es necesario siempre aproximar al siguiente entero. Un ejemplo de esto es cuando se tiene un producto que contiene 3.1g de proteína, según la normativa es obligatorio aproximar a 4g de proteína los cuales serán declarados en la etiqueta y se obtiene una diferencia de 0.9g reales de proteína.

Siguiendo este mismo formato al utilizar la proteína indicada en la etiqueta nutricional de todas las MP se obtiene que cada uno de estos datos puede variar máximo de 1g en la cantidad real de proteína contenida. Al utilizar 4 ingredientes (avena, arroz inflado, harina de trigo y coco rallado) se tiene un máximo de 4g posibles de error en la cantidad de proteína contenida de forma teórica en la formulación. Indicando que el dato de 6.92g teóricos de proteína sí está dentro del posible rango de error debido a que esos 4g siempre sumarán una mayor cantidad de proteína debido a la aproximación.

La segunda causa analizada es el posible error que exista del procedimiento de elaboración de la cracker dulce o errores en el procedimiento de análisis de proteína. A continuación, se presenta una tabla en donde se puede observar que el promedio de error en los cálculos realizados es de 1.50%; siendo este un dato que no afecta de forma significativa los resultados de proteína experimentales obtenidos.

Tabla 19 Cálculo del error entre las distintas muestras analizadas para proteína del cracker dulce

Muestra		%Proteína			
Harina control	1	3.81887	Diferencia y Error		Promedio
	2	3.75972	0.05916	1.5734%	1.5068%
	3	3.70634	0.05338	1.4402%	
Harina grillo 25%	1	10.28006	Diferencia y Error		Promedio
	2	10.41193	0.13186	1.2665%	1.8734%
	3	10.15993	0.25199	2.4803%	

Sin embargo, por los resultados obtenidos al compararlos con el RTCA de “Etiquetado Nutricional” podemos mencionar que este producto sí cumple con tener 10.00 gramos de proteína por cada 100 gramos de producto, logrando que el cracker dulce con harina de grillo pueda denominarse una “buena fuente de proteína”.

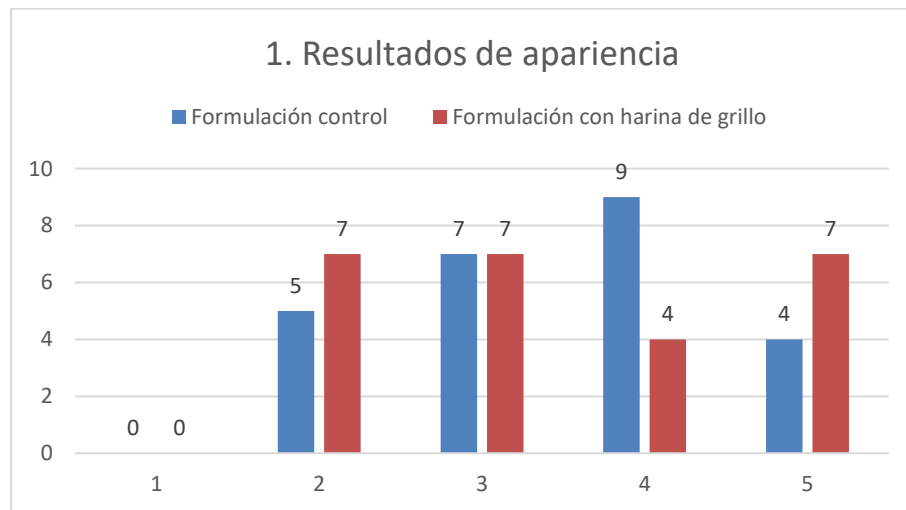
E. Resultados análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo con un grupo de 25 personas quienes si consumen de forma habitual de cracker dulce de cereales. La finalidad de este análisis era reconocer los puntos de mejora en el producto terminado y realizar una comparación entre las principales características sensoriales de la formulación control y la formulación con 25% sustitución de harina de grillo. El objetivo de comparar ambas formulaciones era determinar si la harina de grillo genera un cambio significativo y notario entre ambos productos o simplemente es un aumento en la cantidad de proteína sin generar cambios que los consumidores puedan percibir al momento de consumir este tipo de productos con incorporación de harina de grillo.

Tabla 20 Resultados de la apariencia de los crackers dulces.

Valor	P1			
	Formulación control		Formulación harina de grillo	
	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje
1	0	0%	0	0%
2	5	20%	7	28%
3	7	28%	7	28%
4	9	36%	4	16%
5	4	16%	7	28%
	25	100%	25	100%

Figura 23 Resultados de la apariencia de los crackers dulces.

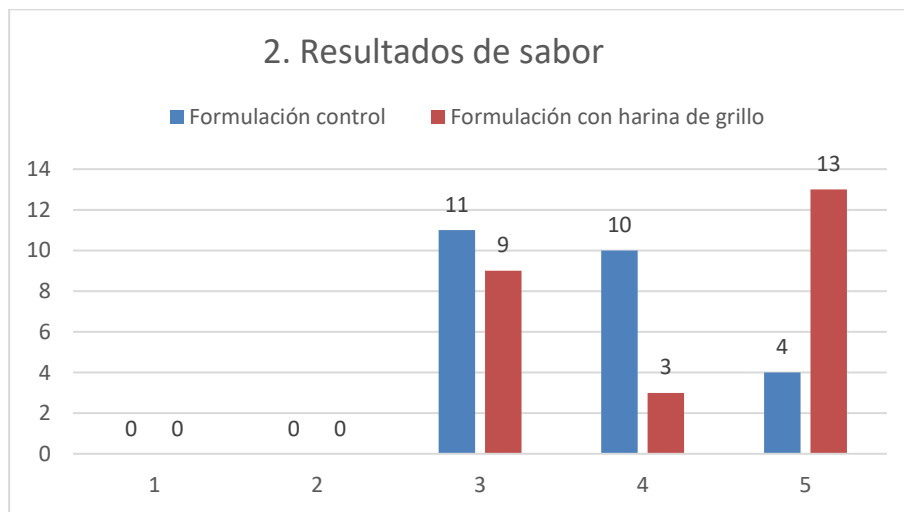


Lo primero a evaluar fue la apariencia de ambos crackers dulces, debido a que durante el proceso de formulación se pudo observar que el cracker dulce con harina de grillo presento un color ligeramente gris a comparación de la formulación control que presento un color más café y amarillo. Al momento de analizar los resultados se obtuvo que la formulación control tuvo una aceptación de mayor en 4 puntos sobre 5 (36% del total de los votos). Por el lado contrario la mayor parte de los votos para la formulación de harina de grillo estuvo distribuida entre los valores de 2, 3 y 5. Esto nos indica que la percepción de las personas por la apariencia del cracker dulce si se puede ver afectada por la harina de grillo ligeramente. Indicando que esta pequeña variación en el color sí es percibida por los consumidores.

Tabla 21 Resultados del sabor del cracker dulce

Valor	P2			
	Formulación control		Formulación harina de grillo	
	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje
1	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%
3	11	44%	9	36%
4	10	40%	3	12%
5	4	16%	13	52%
	25	100%	25	100%

Figura 24 Resultados del sabor del cracker dulce

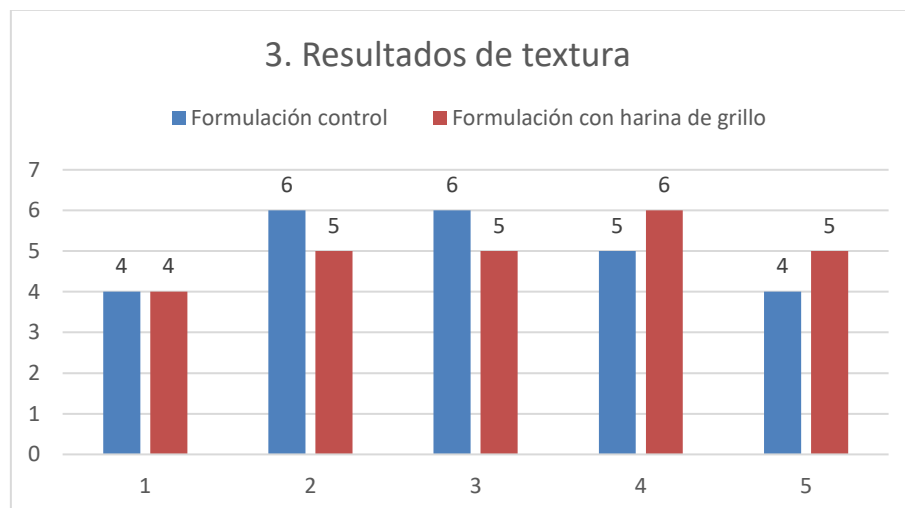


Siguiendo con la evaluación del sabor, podemos observar en los resultados que se tuvo una diferencia significativa entre ambos productos. Logrando que el cracker dulce con harina de grillo tuviera un 52% de las personas con una puntuación de 5 sobre 5 en el sabor. Mientras que la formulación control tuvo opiniones variadas en cuando al sabor del producto. A partir de estos resultados no se puede afirmar que la harina de grillo aportó un cambio significativo en el sabor del producto, sin embargo, esta diferencia puede ser determinada por la distribución de los ingredientes en la formulación o bien por el gusto de los panelistas encuestados en cuanto a notas dulces o ácidas percibidas.

Tabla 22 Resultados de la textura del cracker dulce

Valor	P3			
	Formulación control		Formulación harina de grillo	
	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje
1	4	16%	4	16%
2	6	24%	5	20%
3	6	24%	5	20%
4	5	20%	6	24%
5	4	16%	5	20%
	25	100%	25	100%

Figura 25 Resultados de la textura del cracker dulce



La tercera característica evaluada fue la textura de las formulaciones, en las cuales para ambos productos salieron con opiniones distribuidas entre todas las posibles calificaciones. Debido a que las opiniones están distribuidas de entre todos los valores, es importante considerar que no hay diferencia notoria entre las formulaciones. Por lo que, a partir de estos resultados se pueden extraer dos conclusiones. La primera es que la harina de grillo no generó una diferencia en la textura del producto, logrando que la cantidad de agua utilizada en la formulación fuera la suficiente para la hidratación de la harina de trigo y la formulación de gluten. La segunda conclusión es que realmente a pesar de las pruebas realizadas durante el procedimiento de elaboración del producto, queda mucho por mejorar en este proceso para lograr que el cracker dulce sea más crujiente y evitar una textura muy pegajosa o dura dependiendo en que sección del cracker dulce se esté degustando. Esta debe ser la misma textura uniformemente en todo el producto y se deben de lograr que tenga una mejor aceptación por parte de los consumidores.

Tabla 23 Resultados de la aceptación en general del cracker dulce

Valor	P4			
	Formulación control		Formulación harina de grillo	
	Personas	Porcentaje	Personas	Porcentaje
1	0	0%	0	0%
2	0	0%	0	0%
3	8	32%	6	24%
4	9	36%	11	44%
5	8	32%	8	32%
	25	100%	25	100%

Figura 26 Resultados de la aceptación en general del cracker dulce

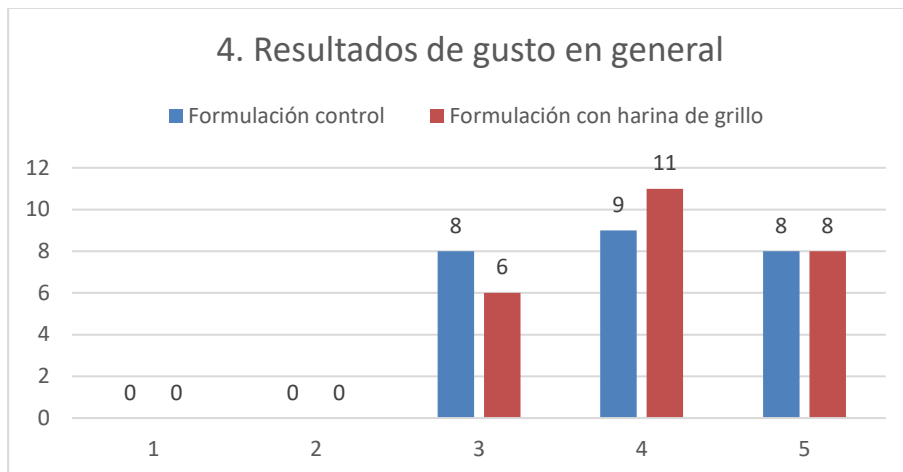


Tabla 24 Hipótesis para las pruebas de valor F del análisis sensorial

Hipótesis de la apariencia	Hipótesis del sabor
Hipótesis Nula	Hipótesis Nula
Existe una diferencia en la apariencia entre ambas formulaciones de cracker dulce.	Existe una diferencia en el sabor entre ambas formulaciones de cracker dulce.
Hipótesis Alterna	Hipótesis Alterna
No existe una diferencia en la apariencia entre ambas formulaciones de cracker dulce.	No existe una diferencia en el sabor entre ambas formulaciones de cracker dulce.
Hipótesis de la textura	Hipótesis de la aceptación general
Hipótesis Nula	Hipótesis Nula
Existe una diferencia en la textura entre ambas formulaciones de cracker dulce.	Existe una diferencia en la aceptación general entre ambas formulaciones de cracker dulce.
Hipótesis Alterna	Hipótesis Alterna
No existe una diferencia en la textura entre ambas formulaciones de cracker dulce.	No existe una diferencia en la aceptación general entre ambas formulaciones de cracker dulce.

Tabla 25 Conclusión de las hipótesis para las pruebas estadísticas del valor F

Apariencia	Valor F	0.7096	No hay diferencia
	F Crítico	0.5041	
Sabor	Valor F	0.6105	No hay diferencia
	F Crítico	0.5041	
Textura	Valor F	0.9211	No hay diferencia
	F Crítico	0.5041	
Aceptación general	Valor F	1.1561	Sí hay diferencia
	F Crítico	1.9838	

En estos resultados podemos observar que a partir de los análisis sensoriales obtenidos se estableció una hipótesis por cada una de las características evaluadas para determinar si existe una diferencia significativa entre los crackers dulces con y sin harina de grillo. Para lograr determinar si existe una diferencia se realiza una prueba de valor F, en la cual se evalúa si el valor F es mayor el F crítico, los valores de F para cada una de las características sensoriales son presentados en la Tabla 24. Se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna como conclusión del análisis, las hipótesis se encuentran en la Tabla 23. Para esta prueba se puede determinar que tanto en apariencia, sabor y textura no existe una diferencia entre ambos crackers dulce evaluados, es decir que no se percibe de manera significativa la presencia de harina de grillo. Sin embargo, los resultados indican que si hay una diferencia en la aceptación general entre ambos crackers dulces. Esto puede ser ocasionado a una característica percibida por los panelistas que no fue tomada en consideración al momento de realizar las pruebas sensoriales. Por lo que se puede recomendar evaluar más características sensoriales para identificar qué aspectos están tomando en consideración los panelistas al momento de tomar la decisión en la aceptación.

F. Otras aplicaciones en panadería de la harina de grillo

Para demostrar el uso de harina de grillo, se propone una formulación para un producto de panadería distinto al cracker dulce. Esta formulación contiene los mismos ingredientes utilizados en el cracker dulce, con el objetivo de obtener una galleta de textura suave en el interior y crujiente en el exterior, un sabor balanceado con notas dulces y frutales. A continuación, se presenta la formulación sugerida y su respectiva tabla nutricional obtenida de la “Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica” (INCAP, 2012) con un pequeño análisis relacionado a los cambios y observaciones correspondientes.

Tabla 26 Formulación de galleta dulce con incorporación de harina de grillo al 25%

Formulación galleta dulce		
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)
Harina trigo	25.25%	25.3
Harina de grillo	10.25%	10.3
Mantequilla	14.75%	14.8
Azúcar	15.75%	15.8
Huevo	16.75%	16.8
Coco rallado	4.75%	4.75
Arándanos	8.75%	8.75
Levadura	3.75%	3.75
Total	100.00%	100.0

Se seleccionaron los ingredientes, buscando que cada uno de ellos cumpla una función específica para formular una galleta dulce con textura suave y crujiente. Así mismo las diferencias notorias es el añadido de mantequilla la cual es utilizada para dar suavidad a la textura con la incorporación de una grasa, la levadura que tiene el objetivo de ayudar durante el proceso de horneado a mejorar la textura y por último la incorporación de huevo el cual ayudará a la consistencia y aportará proteína al producto final. Se espera que con esta formulación se logre visualizar que el uso de harina de grillo puede ser fácilmente integrada a diversos alimentos y que realmente tiene la cantidad suficiente de nutrientes para que sea utilizada de forma frecuente y mejorar la aceptación por parte de los consumidores.

Tabla 27 Etiquetado nutricional para la formulación de galleta dulce para 100g

Contenido nutricional por porción	
Calorías (Kcal)	357.5
Proteína (g)	12.1
Grasas totales (g)	17.0
Carbohidratos (g)	39.9
Fibra total (g)	1.9
Calcio (mg)	19.8
Hierro (mg)	1.7
Sodio (mg)	54.5

Como se puede observar en la tabla nutricional al comparar ambas formulaciones se observa ligera diferencia en la cantidad de proteína contenida. Obteniendo un valor teórico de 12.1g de proteína por una galleta dulce de 100g; como se puede observar en la sección de anexos (Anexo 25) el ingrediente que proporciona una mayor cantidad de

proteína es la harina de grillo logrando aportar un total de 6.67g o el 55% del total de proteína contenida en la galleta. Por otro lado, es importante mencionar que la mantequilla proporciona la mayor fuente de grasa y la harina es la mayor fuente de carbohidratos.

Esta formulación es una alternativa al uso de harina de grillo en la cual se puede observar que al igual que en cracker dulce la harina de grillo es un ingrediente fundamental para lograr aumentar la cantidad de proteína contenida. Así mismo, este es un ingrediente que no generó cambios notorios en la galleta dulce, indicando que únicamente logra proporcionar nutrientes sin alterar las características sensoriales de la galleta.

Por lo anterior, se recomienda evaluar harina de grillo en distintos productos de panificación para mejorar el contenido de proteína y adaptar las formulaciones utilizadas para este tipo de productos según el mercado objetivo y los gustos de los consumidores.

VIII. Conclusión

La aceptación de productos derivados de insectos en Guatemala se ve fuertemente afectada por la cultura local, ya que la entomofagia no es común en la dieta guatemalteca. A pesar de esto, una parte de la población está dispuesta a probar estos productos y cree que podrían ser aceptados globalmente en el futuro. El rechazo hacia esta idea se debe a la percepción de que los insectos son sucios, pero esto podría abordarse mediante campañas de concientización sobre la crianza adecuada de los insectos para su uso como materia prima.

La harina de grillo presenta diferencias fisicoquímicas respecto a la harina de trigo convencional. Al carecer de gluteninas, no forma redes de gluten y tiene menor retención de solventes. Sin embargo, debido a la liofilización durante el proceso de elaboración, tiene una humedad relativa y actividad de agua menor, lo que permite una conservación prolongada. Además, los análisis microbiológicos indican que la harina de grillo está libre de patógenos y no presenta una carga microbiana alta, asegurando la seguridad del producto para el consumidor.

Se determinó que la formulación final utiliza harina de grillo contenía 10 gramos de proteína por cada 100 gramos de producto, indicando que el cracker dulce puede declararse como una “buena fuente de proteína”, de acuerdo con el RTCA “67.04.50:17”.

Se realizó un panel sensorial para evaluar un cracker dulce de producto. Tanto el sabor como el aspecto fueron aceptados por los consumidores sin diferencias significativas entre las muestras comparadas. Sin embargo, ambos crackers dulces obtuvieron una baja aceptación en cuanto a la textura, señalando la necesidad de mejorarla, posiblemente relacionada con el proceso de horneado.

IX. Recomendaciones

A pesar de los resultados satisfactorios para el trabajo de investigación, existen muchas oportunidades de mejora para lograr un producto más completo y lograr adaptar la formulación actual a diferentes aspectos u otros sabores con la misma base de cereales y harinas. La primera recomendación es mejorar definitivamente la textura de los crackers dulces, realizando cambios en el proceso de horneado de los crackers dulces para lograr una textura más homogénea y que sea más agradable para el consumidor. Así mismo, relacionada a la formulación se pueden hacer pruebas con distinta variedad de cereales sin alterar el costo de forma significativa con la finalidad de mejorar la cantidad de proteína contenida en el producto terminado.

Por otro lado, se recomienda indagar y profundizar en los temas relacionados a la normativa para este tipo de ingredientes o materia prima. Debido a que el consumo de insectos es un tema innovador, las normativas actuales no están completamente definidas y tampoco son oficiales. Por lo que se recomienda a cualquier persona o investigador cuyo objetivo sea ampliar y aplicar los conceptos, resultados y metodologías relacionadas al consumo de insectos deben de profundizar en los temas relacionados a normativas y leyes. Con la finalidad de asegurar que se estén cumpliendo los parámetros de calidad, inocuidad y metodologías de procesos adecuadas recomendada por instituciones de salud alimentarias. Así mismo, se pueden implementar técnicas para cambiar la mentalidad actual de las personas y que realmente conozcan más sobre el beneficio de los insectos; así como el proceso de elaboración el cual cumple con parámetros de calidad e inocuidad.

A partir del proceso de formulación se obtuvo un producto funcional en cuanto aspectos nutricionales relacionados con el contenido de proteína, sin embargo, se pueden realizar muchas mejoras para lograr una mejor textura, apariencia y sobre todo el sabor puede variar según los ingredientes utilizados. Por otro lado, se recomienda realizar un análisis proximal del cracker dulce, con la finalidad de tener la información nutricional total del producto y formulación final.

X. Referencias

- Apolo Arévalo, L., & Lannacone, J. (2015). *Crianza del grillo (Acheta domesticus) como fuente alternativa de proteína para el consumo humano*. Peru: Scientia.
- Avendaño, C., Sánchez, M., & Valenzuela, C. (2020). *Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos*. Chile: Universidad de Chile.
- Cifuentes Rúa, R., & Vera Pérez, O. (2019). *Evaluación de la aceptación y preferencia sensorial de dos variedades de helados comerciales sabor a chocolate*. Colombia: Universidad Santiago de Cali.
- CMED. (29 de Noviembre de 2018). *Centro Médico - Quirúrgico de Enfermedades Digestiva*. Obtenido de Insectos: son realmente una alternativa para la alimentación de animales y humanos: https://www.cmed.es/actualidad/la-gran-importancia-de-las-proteinas-en-la-alimentacion_614.html
- Dergal, S. B. (2019). *Química de los Alimentos* (Vol. Sexta Edición). México: Pearson.
- Espejo, R. P. (2018). *El lado oscuro de la ganadería*. México: Instituto de Investigaciones Económicas UNAM.
- Fajardo, J. D. (2021). *Dimensionado y estudio de viabilidad de una granja de Tenebrio Molitor en el término municipal de Lorquí (Murcia)*. España: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- FAO. (2013). *Edible insects*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>
- Hernández, S., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: McGrawHill.
- Ibarz, A., & Barbosa Cánovas, G. (2005). *Operaciones Unitarias en la Ingeniería en Alimentos*. México: Grupo Mundi-Prensa.

- INCAP. (Febrero de 2012). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*.
Obtenido de <https://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCAAlimentos.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de partículas*. Ecuador.
- Lenz, D., Murano, M., & Gallardo, G. (2022). *Estudio sobre el consumo de insectos en Argentina*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- McCabe, W., Smith, J., & Harriott, P. (2007). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. México: McGrawHill.
- Miguel, A. Á. (2019). Desarrollo y evaluación de barrritas con alto contenido proteico con incorporación de harina de grillo. *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA*.
Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/114966/%c3%81lvarez%20-%20Desarrollo%20y%20evaluaci%c3%b3n%20de%20barrritas%20con%20alto%20contenido%20proteico%20con%20incorporaci%c3%b3n%20de%20ha...pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Montesinos Viejo, J. (2011). *LOS INSECTOS COMO ALIMENTO HUMANO: ¿POR QUÉ NO COMER INSECTOS?* España: Universidad Autónoma de Madrid.
- Moreno, E. A. (2020). *Desarrollo de nuevos alimentos para consumo humano a base de proteína de insectos*. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- MSPAS. (2021). *Etiquetado Nutricional De Productos Alimenticios Preenvasados Para Consumo Humano Para La Población A Partir De 3 Años*. Guatemala: Reglamento Tecnico Centro Americano. Obtenido de <https://www.mspas.gob.gt/normativas-vigentes-control-alimentos?task=download.send&id=1318&catid=287&m=0>
- Organización de las Naciones Unidas. (26 de Noviembre de 2016). *Noticias ONU*. Obtenido de *La ganadería produce más gases contaminantes que el transporte*: <https://news.un.org/es/story/2006/11/1092601>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2017). *FAO*.
Obtenido de El Futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y Desafíos:
<https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (13 de
Septiembre de 2022). *¿Por qué deberíamos interesarnos en los insectos
comestibles?* Obtenido de <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1603348/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2022). *La
ganadería y el medio ambiente*. Obtenido de El papel de la FAO en la ganadería y
el medio ambiente: <https://www.fao.org/livestock-environment/es>
- Pantoja-Tirado, L., Prieto-Rosales, G., & Aguirre Vargas, E. (2020). *Caracterización de la
harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y la harina de tarwi (Lupinus
mutabilis Sweet) para su industrialización*. España: Universidad Nacional
Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.
doi:<https://doi.org/10.46908/rict.v3i1.72>
- Paz, A. A. (2022). *Práctica #4 Control de Calidad de Granos y Harinas*. Guatemala:
Universidad del Valle de Guatemala.
- PIJOAN, M. (2011). *El consumo de insectos, entre la necesidad y el placer gastronómico*.
Ecuador: Offarm.
- Quente, S. (2018). *ZOPLUS Magazine*. Obtenido de Grillo doméstico (*Acheta
domesticus*): [https://www.zooplus.es/magazine/reptiles/especies-de-reptiles/grillo-
domestico-acheta-domesticus](https://www.zooplus.es/magazine/reptiles/especies-de-reptiles/grillo-domestico-acheta-domesticus)
- Sánchez Muros, M., Barroso, F., & Manzano-Agugliaro, F. (2013). *Insect meal as
renewable source of food for animal feeding*. España: Research Center on
Agricultural and Food Biotechnology, University of Almería.
- Sharma, S., Muivaney, S., & Rizvi, S. (2003). *Ingeniería en Alimentos Operaciones
unitarias y prácticas de laboratorio*. New York: LIMUSA WILEY.

XI. Anexos

Anexos I Presupuesto aproximado para la ejecución del proyecto

RUBRO					
1	Honorarios	Unidades (mes, días, horas)	Tarifa por unidad	Total en Q	Narrativo
	No Aplica	---	---	---	
	Subtotal honorarios			0	
	Suministros	Unidades	Costo	Total	
	Avena	2500g (5 paquetes de 600g)	Q 17.60	Q 88.00	Desarrollo del producto
	Arroz Inflado	2500g (8 cajas de cereal rice crispy)	Q 42.90	Q 343.20	Desarrollo del producto
	Harina de trigo	2269g (1 bolsa grande)	Q 35.95	Q 35.95	Desarrollo del producto
	Harina de grillo	2200g (bolsa de 1lb)	Q 300.00	Q 300.00	Desarrollo del producto
	Agua	8000g	Q 23.40	Q 23.40	Desarrollo del producto
	Chocolate Negro	500g (2 barras de 454g)	Q 40.00	Q 80.00	Desarrollo del producto
	Fruta deshidratada	500g (1 bolsa)	Q 52.00	Q 52.00	Desarrollo del producto
	Almendras	500g (3 bolsas de 284g)	Q 67.50	Q 202.50	Desarrollo del producto
2	Acido sulfurico	75g	Q 241.92	Q 18.14	Determinación de proteína
	Acido clorhidrico	75g	Q 295.68	Q 22.18	Determinación de proteína
	Acido nítrico	300g	Q 295.68	Q 177.41	Determinación de proteína
	Acido borico	10g	Q 8.00	Q 0.70	Determinación de proteína
	Hidroxido de Sodio	125ml	Q 295.69	Q 36.96	Determinación de proteína
	Carbonato de Sodio	250g	Q 6.00	Q 18.00	Retención de solventes
	Sacarosa	250g	Q 4.00	Q 2.00	Retención de solventes
	Servilletas	300u	Q 16.35	Q 16.35	Análisis sensorial
	Vasos plásticos	5 paquetes de 25unidades	Q 5.80	Q 29.00	Análisis sensorial
	Agar Chromocult	20g	Q 6,030.12	Q 241.20	Análisis Microbiológico
	Subtotal suministros			Q 1,686.99	
3	Equipo	Unidades	Costo	Total	
	Subtotal equipo				
4	Transporte y viáticos	Unidades	Costo	Total	
	Subtotal transporte				
5	Servicios externos	Unidades	Costo	Total	
	Subtotal equipo				
6	Imprevistos (max. 10%)			253.0491832	
	Total			Q 1,940.04	

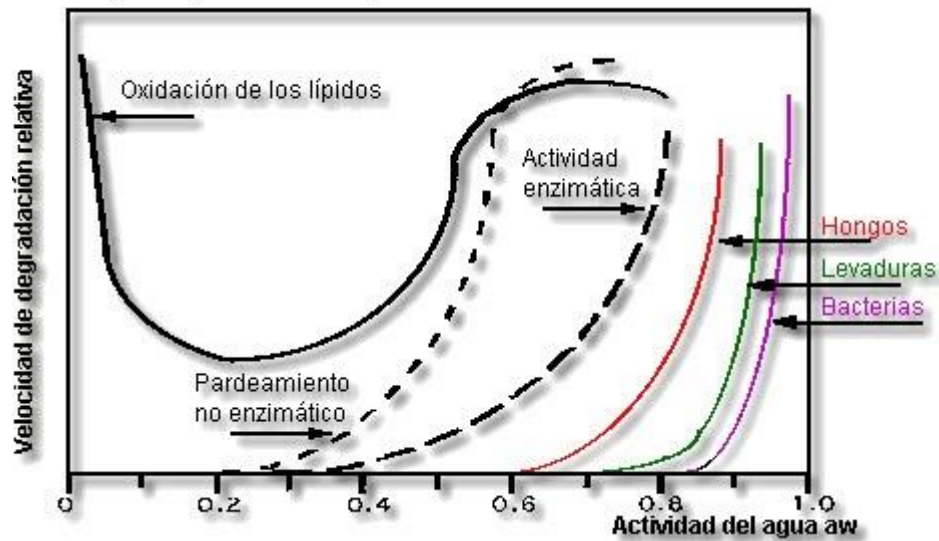
Anexos 2 Ficha técnica del proveedor para la harina de grillo utilizada en la elaboración del cracker dulce

La Harina de Cricket Fit es un ingrediente rico en proteína elaborado a partir de la cocción, deshidratación y molienda del grillo comestible de la especie <i>Acheta domesticus</i> .		
Propiedades físicas y químicas.		
	Min.	Max.
Humedad, %	-	7
Proteína, %d.b.	65	-
Almidón, %d.b.	-	-
Grasa, %d.b.	-	15
Propiedades físicas y químicas		Típico *
Color	Café claro a medio con puntos café oscuro.	
Forma	Polvo	
Olor	Típico de harina de grillo (notas de carne seca, mantequilla y cacao) sin ningún olor desagradable.	
Sabor		
Análisis de granulometría		Típico *
% Pasa Malla 40	90	
Límites microbiológicos		
	Max.	NOM
Mesófilos aeróbicos UFC/g	500,00	500,0
Hongos y Levaduras UFC/g	200	500
Coliformes totales NMP/g	10	100
Salmonella	Ausente	Ausente
Datos regulatorios		
Etiquetado	Harina de grillo comestible (<i>Acheta domesticus</i>)	
Regulación FDA	Alimento no estándar	
Información Nutricional/100 g		Típico *
Calorías, kcal	428	
Calorías de grasa	134.73	
Grasa total, g	14.97	
Grasa saturada, g	5.48	
Grasa Trans, g	0.218	
Colesterol, mg	228	
Sodio, mg	150	
Envase y almacenamiento		
Bolsa resellable de 1 Lb.		
Se recomienda que el producto se almacene a 25° C y con una humedad relativa inferior al 65%		
Vida de anaquel		
24 meses a partir de la fecha de elaboración		
Fuente		
Grillo comestible (<i>Acheta domesticus</i>)		
Ingredientes		
Grillo comestible (<i>Acheta domesticus</i>) en polvo 100%		
Aminoácidos / 100 g		
Esenciales	Típico *	
Histidina	1.63	
Isoleucina	2.72	
Leucina	5.06	
Lisina	4.14	
Metionina	1.23	
Fenilalanina	2.58	
Treonina	2.79	
Triptófano	0.71	
Valina	4.17	
Esenciales condicionales		
Arginina	4.37	
Cisteína + Cistina	0.63	
Glicina	3.60	
Prolina	4.13	
Tirosina	4.63	
No esenciales		
Alanina	5.96	
Acido aspártico	5.86	
Acido glutámico	7.86	
Serina	2.94	
Cricket Fit es un ingrediente rico en proteína que se puede utilizar para aumentar el contenido de proteínas de diferentes formulaciones, incluidas: Bebidas, panadería, tortillería, suplementos y refrigerios. Se puede usar para eliminar y/o reducir los huevos en las aplicaciones de aderezo, pasta, rebozado y panificado. Se		

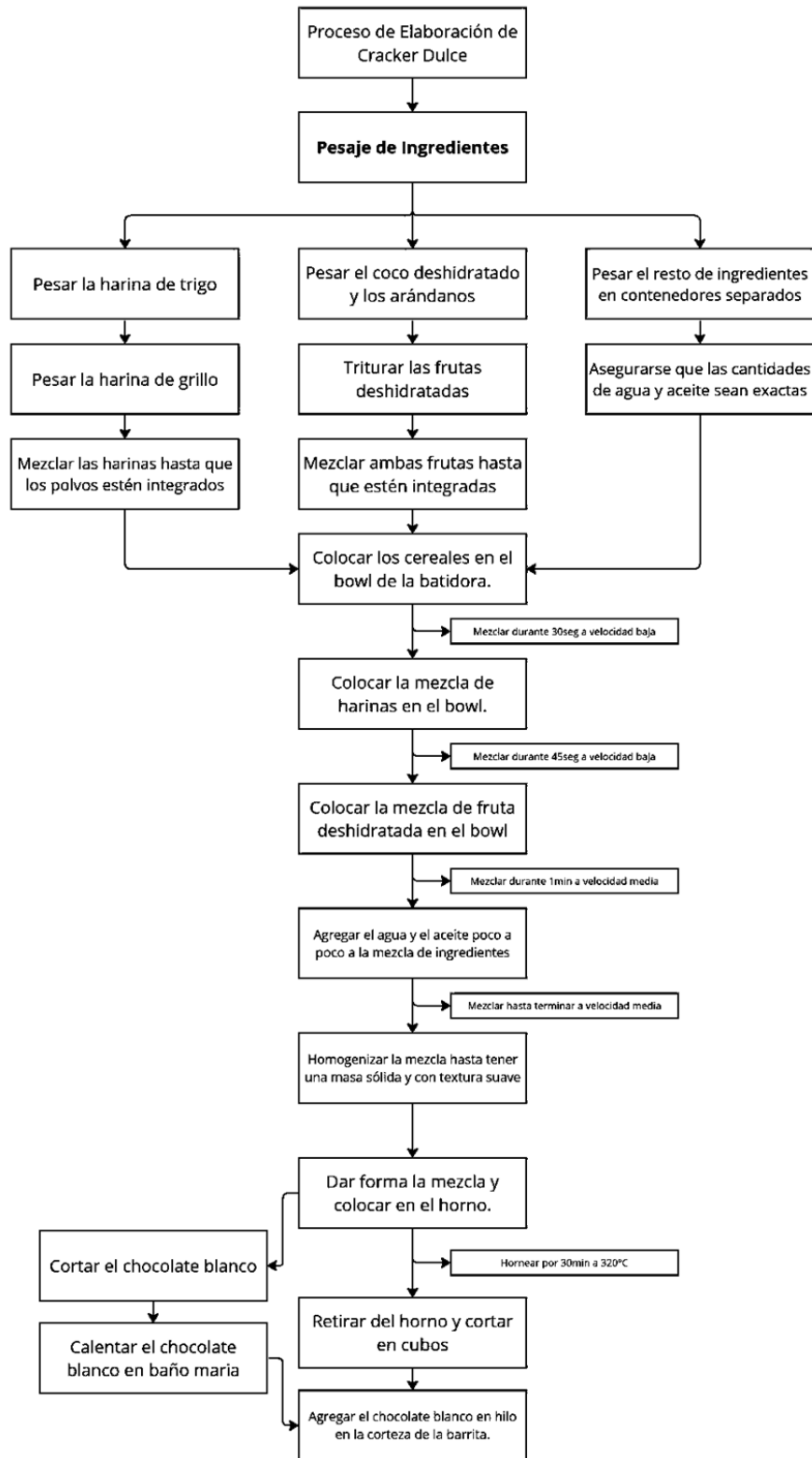
Anexos 3 FODA sobre el análisis de una granja de grillos








Anexos 4 Curva de actividad de agua de los alimentos.









Anexos 5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de “cracker dulce”









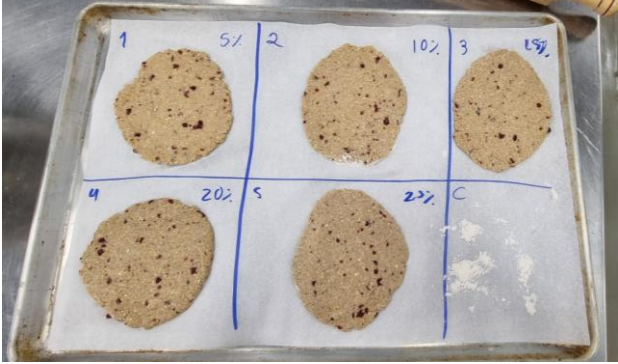
Anexos 6 Imágenes del procedimiento de elaboración de las cracker dulces

Materia prima	Preparación de la mezcla
	
Producto previo al horneado	
	
Producto terminado con y sin harina de grillo	
	

Anexos 7 Análisis fisicoquímico del producto terminado y materia prima

Tamices utilizados	Análisis de Aw
	
Análisis de humedad	
	
Análisis de proteína	
Análisis con harina de grillo	Análisis sin harina de grillo
	

Anexos 8 Pruebas con sustitución de harina de grillo.

Formulación Control	Sustitución del 5%
	
Sustitución del 10%	Sustitución del 15%
	
Sustitución del 20%	Sustitución del 25%
	
	

Anexos 9 Tabla de resultados de las personas encuestadas.

Mayor de 46 años	108	Hombre	33	Doctorado	2
				Maestría	12
				Licenciatura	13
				Educación Media	6
		Mujer	75	Doctorado	8
				Maestría	25
				Licenciatura	31
				Educación Media	11
36 a 45 años	54	Hombre	22	Doctorado	0
				Maestría	8
				Licenciatura	11
				Educación Media	3
		Mujer	32	Doctorado	1
				Maestría	16
				Licenciatura	12
				Educación Media	3
26 a 35 años	34	Hombre	10	Doctorado	0
				Maestría	4
				Licenciatura	6
				Educación Media	0
		Mujer	24	Doctorado	0
				Maestría	11
				Licenciatura	11
				Educación Media	2
18 a 25 años	18	Hombre	9	Doctorado	0
				Maestría	0
				Licenciatura	6
				Educación Media	3
		Mujer	9	Doctorado	0
				Maestría	1
				Licenciatura	5
				Educación Media	3

Anexos 10 Principales razones de rechazo indicadas por los participantes que no consumirían insectos



Palabras para describir el rechazo	
Asco	24
Repulsión	5
Otras Alternativas	4
Poca Higiene	6
Poco Llamativo	15
Poco Apetecible	10
No es Costumbre	25
Desagradable	12
Bajo Conocimiento	7
Vegetariana	2
Miedo a los Insectos	2
Otros	3

Anexos 11 Tamizaje 100% harina de trigo

Tamizaje 100% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	139.9	50.07	99.66%	50.07
40	84.01	84.07	0.06	0.12%	50.13
60	80.23	80.28	0.05	0.10%	50.18
80	81.17	81.21	0.04	0.08%	50.22
100	80.19	80.21	0.02	0.04%	50.24
Fondo	100.99	100.99	0.00	0.00%	50.24
Peso total añadido (g)		50.24	50.24	100%	

Anexos 12 Tamizaje 100% harina de grillo

Tamizaje 100% harina de trigo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	102.89	13.06	26.00%	13.06
40	84.01	102.48	18.47	36.76%	31.53
60	80.23	95.82	15.59	31.03%	47.12
80	81.17	83.49	2.32	4.62%	49.44
100	80.19	80.29	0.1	0.20%	49.54
Fondo	100.99	101.94	0.95	1.89%	50.49
Peso total añadido (g)		50.49	50.49	100%	

Anexos 13 Tamizaje 95% harina de trigo y 5% harina de grillo

Tamizaje 95% harina de trigo / 5% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	115.37	25.54	50.84%	25.54
40	84.01	93.97	9.96	19.82%	35.5
60	80.23	92.96	12.73	25.34%	48.23
80	81.17	81.69	0.52	1.04%	48.75
100	80.19	80.38	0.19	0.38%	48.94
Fondo	100.99	102.05	1.06	2.11%	50
Peso total añadido (g)		50	50	100%	

Anexos 14 Tamizaje 90% harina de trigo y 10% harina de grillo

Tamizaje 90% harina de trigo / 10% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	127.41	37.58	74.80%	37.58
40	84.01	84.94	0.93	1.85%	38.51
60	80.23	89.42	9.19	18.29%	47.7
80	81.17	82.14	0.97	1.93%	48.67
100	80.19	80.24	0.05	0.10%	48.72
Fondo	100.99	102.02	1.03	2.05%	49.75
Peso total añadido (g)		50.24	49.75	99%	

Anexos 15 Tamizaje 85% harina de trigo y 15% harina de grillo

Tamizaje 85% harina de trigo / 15% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	101.4	11.57	23.03%	11.57
40	84.01	112.8	28.79	57.30%	40.36
60	80.23	88.42	8.19	16.30%	48.55
80	81.17	81.46	0.29	0.58%	48.84
100	80.19	80.3	0.11	0.22%	48.95
Fondo	100.99	101.97	0.98	1.95%	49.93
Peso total añadido (g)		50.24	49.93	99%	

Anexos 16 Tamizaje 80% harina de trigo y 20% harina de grillo

Tamizaje 80% harina de trigo / 20% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacío (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	132.95	43.12	85.83%	43.12
40	84.01	84.34	0.33	0.66%	43.45
60	80.23	84.23	4	7.96%	47.45
80	81.17	82.48	1.31	2.61%	48.76
100	80.19	80.25	0.06	0.12%	48.82
Fondo	100.99	101.93	0.94	1.87%	49.76
Peso total añadido (g)		50.24	49.76	99%	

Anexos 17 Tamizaje 75 % Harina de Trigo y 25% Harina de Grillo

Tamizaje 75% harina de trigo / 25% harina de grillo					
Tamiz	Peso vacio (g)	Peso total (g)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido	Peso acumulado (g)
25	89.83	138.44	48.61	96.76%	48.61
40	84.01	84.04	0.03	0.06%	48.64
60	80.23	80.46	0.23	0.46%	48.87
80	81.17	81.59	0.42	0.84%	49.29
100	80.19	80.28	0.09	0.18%	49.38
Fondo	100.99	101.64	0.65	1.29%	50.03
Peso total añadido (g)		50.24	50.03	100%	

Anexos 18 Formulación control del cracker dulce

Formulación control P2						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina	15.00%	15.00	1.95	Q 2,970.53	50000	Q 0.89
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	7.69			Q 2.72

Anexos 19 Formulación de sustitución al 5% de harina de grillo y 95% harina de trigo

Formulación sustitución 5%						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	14.25%	14.25	1.85	Q 2,970.53	50000	Q 0.85
Harina grillo	0.75%	0.75	0.49	Q 300.00	454	Q 0.50
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	8.08			Q 3.17

Anexos 20 Formulación de sustitución al 10% de harina de grillo y 90% harina de trigo

Formulación sustitución 10%						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	13.50%	13.50	1.76	Q 2,970.53	50000	Q 0.80
Harina grillo	1.50%	1.50	0.98	Q 300.00	454	Q 0.99
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	8.48			Q 3.62

Anexos 21 Formulación de sustitución al 15% de harina de grillo y 85% harina de trigo

Formulación sustitución 15%						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	12.75%	12.75	1.66	Q 2,970.53	50000	Q 0.76
Harina grillo	2.25%	2.25	1.48	Q 300.00	454	Q 1.49
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	8.87			Q 4.07

Anexos 22 Formulación de sustitución al 20% de harina de grillo y 80% harina de trigo

Formulación sustitución 20%						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	12.00%	12.00	1.56	Q 2,970.53	50000	Q 0.71
Harina grillo	3.00%	3.00	1.97	Q 300.00	454	Q 1.98
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	9.27			Q 4.52

Anexos 23 Formulación de sustitución al 25% de harina de grillo y 75% harina de trigo

Formulación sustitución 25%						
Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)	Proteína	Costo	Gramos MP	Costo For
Arroz inflado	20.00%	20.00	1.54	Q 544.00	10000	Q 1.09
Avena	18.00%	18.00	2.70	Q 156.96	10000	Q 0.28
Agua	40.00%	40.00	0.00	Q -	1	Q -
Harina trigo	11.25%	11.25	1.46	Q 2,970.53	50000	Q 0.67
Harina grillo	3.75%	3.75	2.46	Q 300.00	454	Q 2.48
Arandanos	4.00%	4.00	0.00	Q 59.80	1000	Q 0.24
Coco	3.00%	3.00	1.50	Q 71.59	1000	Q 0.21
	100.00%	100.00	9.66			Q 4.97

Anexos 24 Datos teóricos de los análisis fisicoquímicos realizados al cracker dulce

Muestra		Peso mx (g)	% Humedad	Aw	Textura	
					N	mm
Harina control	1	5.0	14.90%	0.578	153	7.02
	2	5.0	15.03%	0.561	161	7.08
Harina grillo 25%	1	5.0	15.14%	0.593	158	7.07
	2	5.0	14.86%	0.584	150	7.04

Anexos 25 Valor nutricional para una galleta dulce según los ingredientes utilizados.

Tabla nutricional								
Ingredientes	Calorías (Kcal)	Proteína (g)	Grasas totales (g)	Carbohidratos (g)	Fibra total (g)	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Sodio (mg)
Harina trigo	91.91	2.61	0.25	19.27	0.68	3.79	1.17	0.51
Harina de grillo	43.87	6.67	1.53	0.86	0.62	0.00	0.00	15.38
Mantequilla	105.76	0.13	11.96	0.01	0.00	3.54	0.00	1.62
Azúcar	60.48	0.00	0.00	15.61	0.00	0.79	0.02	0.00
Huevo	24.62	2.11	1.66	0.13	0.00	8.88	0.31	23.45
Coco rallado	22.52	0.16	1.53	2.26	0.20	0.67	0.09	12.16
Arandanos	4.38	0.09	0.03	1.07	0.14	1.40	0.03	0.26
Levadura	3.94	0.32	0.07	0.68	0.30	0.71	0.12	1.13
	357.47	12.07	17.04	39.88	1.94	19.77	1.73	54.50

Anexos 26 Fotografías proceso de elaboración de receta de galletas

