

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



“Prototipo agroindustrial de harina de grillo *Acheta domestica* (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano.”

Por:
RUTH MITCHELLE MEDINA MILIAN

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2020

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL**



“Prototipo agroindustrial de harina de grillo *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano.”

Por:

RUTH MITCHELLE MEDINA MILIAN

**Requisito para optar al grado de:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO.

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

Dr. FRANCISCO LARA ASCENCIO.

SECRETARIO:

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCION VEGETAL

M. Sc. ANDRES WILFREDO RIVAS FLORES

DOCENTE DIRECTOR

M. Sc. ANDRES WILFREDO RIVAS FLORES

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. RICARDO ERNESTO GOMEZ ORELLANA

RESUMEN

La presente investigación se realizó en dos fases: la fase I que comprendió la crianza y desarrollo de grillos de la especie *Acheta domestica*. La fase II consistió en la elaboración de harina a base de materia prima no convencional, como son los grillos de la especie *Acheta domestica*, contemplando su valor nutritivo, tiempo de anaquel, proceso productivo. La ingesta de harina de grillo *Acheta domestica* es una fuente alternativa de proteínas para el consumo humano, respondiendo al objetivo planteado en la investigación. Además, el prototipo alimenticio formulado para combatir los retos actuales de la seguridad alimentaria en comparación con las fuentes de origen animal convencionales, fue pan tipo baguett, ya que es un producto que se consume a diario por la población salvadoreña. Se analizaron las posibilidades que ofrece la producción de proteínas de *Acheta domestica* como una fuente alternativa de generar empleo e ingresos. La investigación contiene experiencias en la implementación y mantenimiento de una crianza de grillos, que incluye las condiciones y cuidados del grillo; y la elaboración de harina de grillo de la especie *Acheta domestica*. Se evalúa la información publicada por Nakagaki en 1986 en relación al uso, valor proteico y ventajas del consumo humano. Los resultados arrojan que la harina de grillo de la especie *Acheta domestica* es una harina fortificada ya que posee un 36.93% de proteína y según el Reglamento Técnico Centroamericano para que la harina de trigo sea fortificada debe de contener 7% de proteína. Microbiológicamente la harina de grillo no representa ningún peligro para la ingesta siempre y cuando se fabrique bajo condiciones de Buenas Prácticas de Manufactura; además como esta harina se pretende que sea usada como materia prima para enriquecer otros alimentos el peligro de ocasionar daños a la salud disminuye por los diferentes procesos productivos para obtener otro alimento ya que es sometido a altas temperaturas. La vida de anaquel de la harina de grillo *Acheta domestica*, es mayor a tres meses a la generación y reproducción de hongos y levaduras.

Palabras claves: grillo *Acheta domestica*, análisis bromatológico, proteína cruda, análisis microbiológico.

ABSTRACT

This research was carried out mainly in two steps. The first phase had to do with the breeding as well as the raising of crickets that belong to the species known as *Acheta domesticus*. The second phase was related to the making of a flour based on unconventional raw material which were crickets of the *Acheta domesticus* species. Its nutritive values were considered just as the shelf time in the productive process. The intake of flour of the cricket *Acheta domesticus* is an alternative source of proteins for human consumption that was the objective of this investigation. Besides the food prototype was elaborated to be a solution to the challenges that food safety sets nowadays in comparison to the conventional animal source of food that was breaded of the type known as baguette since this food product is consumed on a daily basis by the Salvadoran population. All possibilities of the production of proteins of the *Acheta domesticus* species were analyzed as an alternative way of generating jobs and income for the population. In this research there are experiences about the implementation and breeding of crickets which include the conditions in which they are raised, and the handling of them as well the making of cricket flour being this insect the same species. Data on this kind of flour published in a scientific paper by Nakagaki in 1986, was evaluated regarding its usefulness, protein value, and the pros of its consumption by human beings. Nakagaki's conclusions show that cricket flour of the *Acheta domesticus* species, is a fortified food that includes 36.93% of proteins which is important because according to The Central American Technical Regulations wheat flour must contain 7% of proteins to be considered as a fortified food. Microbiologically speaking, cricket flour presents no risks in its consumption as long as it is made under good manufacturing practices. Furthermore since cricket flour is manufactured to be used as raw material that will enrich other food products, it presents no danger to human health due to the fact that when used as ingredient in the manufacturing process, it must undergo high temperatures in different stages. Another advantage of cricket flour is that its shelf time is greater than three months compared to the time it takes the making and breeding of fungus and yeast.

Key words: Cricket *Acheta domesticus*, bromathological analysis, raw protein, microbiological analysis.

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios todo poderoso por permitirme concluir esta etapa de mi vida, por acompañar, guiarme, proteger cada uno de mis pasos y darme fuerzas para nunca rendirme.

A mi querida madre Ana Ruth Milian por siempre recordarme mi meta y estar persistente a terminar siempre lo que empiezo.

A mi amado padre Luis Arquímedes Medina por darme el apoyo y ayudarme a lo largo de mi vida preguntando siempre ¿cómo estuvo el día o la universidad?

Paul Rivera mi querido y amado novio por siempre estar allí para mí y apoyarme a lo largo de toda la carrera con todas mis ocurrencias, por recordarme que tengo la capacidad para dar más.

Al “jefe” M. Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores, asesor de tesis por dirigir y darme la confianza permitiendo desarrollar este tema apasionante para mí.

A los docentes del departamento de Protección Vegetal por su amistad, consejos, ayuda y asesorías oportunas.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a:

A mi familia que siempre me incentivaron a terminar lo que empiezo y hacer todo trabajo con emoción y esmero.

A mi querida abuela Fita, que siempre me animó y creyó en mí, hoy te digo he culminado un peldaño más.

A todos los maestros que influyeron en mi vida, y de los que aprendí día a día.

Todas las personas que directamente o indirectamente se involucraron en este proyecto de investigación, a las nuevas generaciones para que investiguen con entusiasmo en temas innovadores para el futuro de la humanidad.

INDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Entomofagia	3
2.2 Valor nutricional de los insectos	4
2.3 Inocuidad y conservación de alimentos	6
2.4 Grillo <i>Acheta domesticus</i>	6
2.4.1 Morfología.	6
2.4.2 Características.....	7
2.4.3 Incorporación de los insectos en los alimentos.....	7
2.4.4 Uso de los grillos en el desarrollo de diferentes productos.....	9
2.4.5 Harina de grillo	10
2.5 Reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles.	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Descripción del estudio	11
3.1.1 Población de estudio.....	11
3.1.2 Muestra de grillos	11
3.1.3 Procesamiento de materias primas.....	11
3.1.4 Análisis de Laboratorio.....	11
3.1.5 Elaboración del Prototipo alimenticio	12
3.1.6 Equipos y Materiales	12
3.2 Metodología de Campo	13
3.3 Metodología de laboratorio.....	14
3.3.1 Elaboración de harina	14
3.3.2 Flujograma del proceso de elaboración de harina de grillo.	17
3.3.3 Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.	17
3.3.4 Prototipo Alimenticio. (Pan tipo Baguett de harina de grillo).....	18
3.3.5 Flujograma de elaboración de prototipo pan tipo baguett de harina de grillo.	20

3.4	Metodología estadística.....	21
3.4.1	Diseño estadístico.....	21
3.4.2	Análisis estadísticos.....	22
3.5	Metodología económica.....	22
4.	Resultados y discusión.....	24
4.1	Resultados del proceso de la elaboración de la harina de grillo de la especie (<i>Acheta domesticus</i>).....	24
4.2	Resultados de los análisis Bromatológicos de la harina elaborada con grillos que ingirieron las distintas dietas alimenticias.....	26
4.3	Formulación del producto.....	35
4.4	Resultados Económicos.....	36
5.	Conclusiones.....	41
6.	Recomendaciones.....	43
7.	Bibliografía.....	44
8.	Anexos.....	49

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PORCENTAJE DE PROTEÍNAS POR 100 G DE PESO SECO. (INFORMACIÓN TOMADA DE RAMOS E. 1984). LOS DATOS DE LOS ALIMENTOS COMUNES FUERON TOMADOS DE BEDCA 2018 (BASE DE DATOS ESPAÑOLA SOBRE INVESTIGACIONES).....	5
CUADRO 2. TAXONOMÍA DE GRILLO <i>ACHETA DOMESTICUS</i>	6
CUADRO 3. DIFERENTES TIPOS DE DIETAS A UTILIZAR EN EL ESTUDIO DE HARINA DE GRILLO <i>ACHETA DOMESTICUS</i>	21
CUADRO 4. VALORES PROMEDIOS DEL PESO DE LOS GRILLOS POR CADA DIETA ALIMENTICIA INGERIDA.....	24
CUADRO 5. DIFERENCIAS DE PESO DESPUÉS DEL PROCESO DE DESHIDRATADO DE LOS GRILLOS, DEBIDO A LAS DIETAS ALIMENTICIAS INGERIDAS.....	25
CUADRO 6. REQUISITOS FÍSICOS DE CONFORMIDAD A LA VARIEDAD DE TRIGO Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE HUMEDAD PARA CADA DIETA.....	26
CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS EN LOS CUALES SE INDICAN LOS PORCENTAJES DE: HUMEDAD TOTAL, MATERIA SECA, CENIZA, PROTEÍNA CRUDA, EXTRACTO ETÉREO, FIBRA CRUDA Y CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN AGUA (CHOS) EN LA HARINA DE GRILLO.....	26
CUADRO 8. REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE CONFORMIDAD A LA VARIEDAD DE TRIGO ESTABLECIDOS EN EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO 67.01.15:07 Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE % DE PROTEÍNA Y % DE CENIZA.....	27
CUADRO 9. MEDIAS OBTENIDAS DE LOS RESULTADOS DE PROTEÍNA DE LAS DIFERENTES DIETAS.....	28
CUADRO 10. RESULTADO DE ANÁLISIS DE HARINA DE GRILLO ELABORADA CON FECHA DE PRODUCCIÓN 05/06/2019.....	29
CUADRO 11. PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO PARA RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS BASADAS EN RTCA 67.01.15:07 HARINAS.....	30
CUADRO 12. CLASE DE PELIGRO Y CATEGORÍA DE RIESGO SEGÚN RTCA.....	30
CUADRO 13. RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS MUESTRA CON FECHA 30/09/2019.....	32
CUADRO 14. PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO PARA RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS BASADAS EN RTCA 67.01.15:07 HARINAS.....	33
CUADRO 15. FORMULACIONES E INGREDIENTES PARA LA ELABORACIÓN DE PAN DE GRILLO....	35
CUADRO 16. PARÁMETROS FÍSICOS DEL PAN CON HARINA DE GRILLO.....	36

CUADRO 17. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ESTABLECIDOS POR EL REGLAMENTO TÉCNICO CENTROAMERICANO RESPECTO AL PAN.	36
CUADRO 18. COSTOS VARIABLES DE RECOLECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LA GRANJA DE GRILLOS.....	37
CUADRO 19. COSTOS VARIABLES DE ALIMENTACIÓN CON CONCENTRADO DE TILAPIA ETAPA INICIAL COMBINADO CON LECHUGA.....	37
CUADRO 20. COSTOS VARIABLES DE ALIMENTACIÓN CON CONCENTRADO DE TILAPIA ETAPA INICIAL COMBINADO CON ZUCCHINI.....	38
CUADRO 21. COSTOS VARIABLES DE ALIMENTACIÓN CON CONCENTRADO DE TILAPIA ETAPA INICIAL COMBINADO CON ZANAHORIA.....	38
CUADRO 22. COSTOS VARIABLES POR MANO DE OBRA.	38
CUADRO 23. COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN, TOMANDO EN CUENTA LA RECOLECCIÓN Y EL ESTABLECIMIENTO DE LA GRANJA DE GRILLO PARA OBTENER 1 LIBRA DE HARINA.....	39
CUADRO 24. COSTO PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE HARINA DE GRILLO Y DE ELABORACION DE PAN.	39
CUADRO 25. COSTOS DE MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LA ELABORACION DE PAN TIPO BAGUETT CON HARINA DE GRILLO <i>ACHETA DOMESTICUS</i>	40

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: NÚMERO DE ESPECIES DE INSECTOS Y ARTRÓPODOS COMESTIBLES REGISTRADOS POR ORDEN EN EL MUNDO. FUENTE: MENDEZA (2017).....	3
FIGURA 2: MORFOLOGÍA EXTERNA DE GRILLO COMÚN (<i>ACHETA DOMESTICUS</i>). IMAGEN TOMADA DE: HTTPS://WWW.MILANUNCIOS.COM/REPTILES/GRILLO-RUBIO-ACHETA-DOMESTICUS-215929891.HTM	7
FIGURA 3. COLOCACIÓN DE CARTONES DE HUEVO COMO ESCONDITES Y DE SUSTRATO DE COCO CON LOS HUEVOS Y NINFAS DE GRILLO.	13
FIGURA 4. A. PESADO DE GRILLOS ALIMENTADOS CON DIETA ALIMENTICIA 1; B: PESADO DE GRILLOS ALIMENTADOS CON DIETA ALIMENTICIA 2; C. PESADO DE GRILLOS ALIMENTADOS CON DIETA ALIMENTICIA 3.....	15
FIGURA 5. ELIMINACIÓN DE POSIBLE CARGA MICROBIANA QUE PUEDAN CONTENER POR SU NATURALEZA.	15
FIGURA 6. ELIMINACIÓN DE EXCESO DE AGUA.....	15
FIGURA 7. DESHIDRATADO DE GRILLOS.....	16
FIGURA 8. MOLINO DE CAFÉ UTILIZADO PARA LA ELABORACIÓN DE LA HARINA DE GRILLO.....	16
FIGURA 9. FLUJOGRAMA DE PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE GRILLO <i>ACHETA DOMESTICUS</i> (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, MODIFICACIÓN DE METODOLOGÍA DE GENERACIÓN Z, COSTA RICA).....	17
FIGURA 10. FLUJOGRAMA DE ELABORACIÓN DE PAN TIPO BAGUETT DE HARINA DE GRILLO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	20

INDICE DE ANEXOS

FIGURA A- 1. IDENTIFICACIÓN DEL GRILLO DE LA ESPECIE ACHETA DOMESTICUS POR MEDIO DEL ESTEREOSCOPIO	49
FIGURA A- 2. MANCHAS EN LA CABEZA DEL GRILLO QUE CONFIRMAN LA ESPECIE.	49
FIGURA A- 3. A. ÓRGANO REPRODUCTOR MASCULINO; B. ÓRGANO REPRODUCTOR FEMENINO.	50
CUADRO A- 1. PESOS OBTENIDOS EN GRAMOS DE GRILLOS POR CADA DIETA ALIMENTICIA.	50
CUADRO A- 2. CUADRO DE VALORES NUTRICIONALES DEL ORDEN: ORTHOPTERA, SEGÚN AUTOR NAKAGAKI EN 1986.....	51

1. INTRODUCCIÓN

Se considera que alrededor de la mitad de la población mundial está insuficiente o inadecuadamente alimentada, no solo en cuanto a la energía (calorías) que requiere, sino también respecto a los elementos nutritivos como: proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales que constituyen la dieta diaria (Van Huis 2016).

Por ello es importante investigar, encontrar y probar nuevas alternativas de alimento para la población, cuyo abasto este asegurado; su costo sea bajo y que contengan los nutrientes adecuados para una buena salud, como las proteínas, sobre todo las de origen animal, pues son las más completas. Esta nueva alternativa se presenta en los insectos ya que son ricos en proteínas.

Los insectos son útiles para los seres humanos y para la vida del planeta. Por ejemplo, en los ecosistemas, desempeñan diferentes funciones, como la polinización, el control biológico de plagas y la degradación de materia orgánica; además se conoce que muchas especies son consumidas como alimento humano, en diferentes culturas.

La entomofagia practicada por distintas culturas en diversas partes del mundo (Ramos-Elorduy, *J. et al.*, 1998) llevó a muchos nutricionistas a evaluar sus aportes como alimento. De todos estos trabajos se concluye que la mayoría de los insectos analizados poseen, entre otros, un aporte proteico similar al de la carne. Esto, si bien no pareció aumentar su consumo para nutrición humana, arrojó nueva luz para la búsqueda de fuentes alternativas.

En nuestro país la práctica de entomofagia puede ser una opción para combatir los déficits nutricionales; ya que los insectos poseen un contenido proteico similar al de la carne (Mendoza 2017) y en algunos casos superior.

Investigaciones recientes señalan que una de las mejores fuentes de proteína es la de los insectos; ya que requieren menos de la cuarta parte del alimento que consume una vaca para reproducirse y contribuye a disminuir la principal fuente de contaminación del planeta: la cría del ganado. En el mundo se comen cerca de 2,000 especies de insectos (Universidad Autónoma de Sinaloa 2016).

Por estas ventajas han generado un incremento en la producción de insectos comestibles, así como vuelco en las tendencias gastronómicas ya que en varias partes del mundo se han realizado ensayos de platos exóticos utilizando insectos para su preparación.

La investigación consistió en producir harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* en etapa adulta como alternativa nutricional para el consumo humano ya que es rica en proteínas; en el estudio se establecieron tres dietas alimenticias: lechuga, zucchini y zanahoria todas acompañadas de concentrado de tilapia etapa inicial.

La harina a base de grillo *Acheta domesticus* en etapa adulta es una alternativa nutricional para el consumo humano por ser rica en proteínas.

La ingesta de este tipo de proteína animal se puede incorporar dentro de un producto con aceptación comercial y que constituya la dieta alimenticia salvadoreña como lo es el caso del pan tipo baguett y puede considerarse una alternativa para fortalecer la ingesta de proteína en la población.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

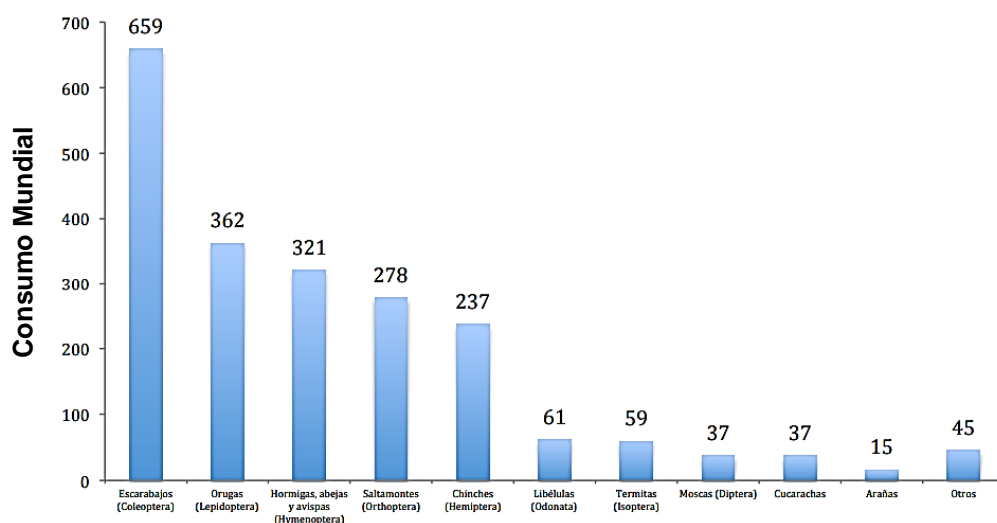
2.1 Entomofagia

La Universidad Autónoma de Sinaloa 2013, menciona que la práctica de comer insectos se conoce como entomofagia. Muchos animales, como las arañas, lagartos y pájaros, son entomófagos, como lo son muchos insectos. Gente en todo el mundo han estado comiendo insectos como parte regular de sus dietas durante milenios (Van Huis 2016).

Los insectos a menudo se consumen enteros, pero también se pueden procesar en formas granulares o en pasta.

También es posible extraer proteínas, grasas, quitina, minerales y vitaminas. En la actualidad, tales procesos de extracción son demasiado costosos y tendrán que desarrollarse aún más para ser rentable y aplicables para uso industrial en los sectores de alimentos y piensos (Universidad Autónoma de Sinaloa 2016).

Mendoza (2017) estima que los insectos forman parte de la dieta tradicional de al menos 2.000 millones de personas en el mundo. Se comen más de 1.900 especies, principalmente en África y Asia. Lo más consumido son los escarabajos (31%) orugas (18%) y abejas y hormigas (14%). Después siguen los saltamontes, langostas y grillos (13%), cigarras, saltamontes, chicharritas, cochinillas y chinches (10%), libélulas (3%) y moscas (2%). En la figura 1 se encuentra el número de especies de insectos comestibles registrados por orden en el mundo.



Especies de insectos y artrópodos que se consumen alrededor del mundo.

Figura 1: Número de especies de insectos y artrópodos comestibles registrados por orden en el mundo. Fuente: Mendoza (2017).

Los valores nutricionales de los insectos comestibles son muy variables, sobre todo debido a la gran diversidad de especies. Incluso dentro del mismo grupo de especies, los valores pueden diferir dependiendo de la etapa de desarrollo en la que se encuentre el insecto (en particular si se trata de especies holometábolos, con una metamorfosis completa, como por ejemplo hormigas, abejas y escarabajos), el sexo, su hábitat o su dieta (Adámková *et.al.* 2013). Al igual que la mayoría de los alimentos, los métodos de preparación y procesado aplicados antes del consumo también influyen en la composición nutricional (Mendoza 2017).

La Red Internacional de Sistemas de Datos sobre Alimentos (INFOODS) perteneciente a la FAO, posee una base de datos para la biodiversidad que recoge, entre otros, el valor nutricional de cientos de insectos (FAO, 2017) y el nutriente que se encuentra en mayor proporción en todos ellos es la proteína. Las proteínas animales en general tienen un mayor valor nutricional que las proteínas vegetales por su mayor contenido en aminoácidos esenciales para el desarrollo humano (Yen 2009), y por su mejor calidad, expresada en términos de tasa de eficiencia (PER), digestibilidad y uso neto de proteína (NPU). En particular, las proteínas de insectos parecen no ser excepción, como indican varios estudios realizados en ensayos en ratas de laboratorio y aves de corral (Al-Qazzaz.*et.al.*2016). Además, muchos insectos poseen un alto contenido en grasas insaturadas y minerales esenciales como el calcio, el hierro y el zinc (Rumpold 2013). Así pues, debido a su valor nutricional, los insectos son una prometedora fuente de alimento para las poblaciones humanas (FAO 2013), bien directamente o, indirectamente, como pienso para el ganado (Brown.*et.al.* 2017).

2.2 Valor nutricional de los insectos

En general se consumen los estadios inmaduros de los insectos por tener el cuerpo menos esclerotizado y ser más nutritivos por contener un mayor contenido de grasa. Las propiedades nutricionales varían mucho entre las especies de un mismo orden, y probablemente esté relacionado con la dieta que tienen estos insectos en la naturaleza.

Muchas especies de insectos contienen una mayor porción de proteína por 100 g de peso seco (68,7 g para los grillos domésticos) que la carne de res picada (27,4 g) o el bacalao (28,5 g) (Gahukar 2011).

A continuación, en el cuadro 1; se presenta el porcentaje de proteínas respecto al peso corporal; éste es en general muy alto en todos los insectos, con una media mayor a la de la carne vacuna y porcina, o de vegetales ricos en proteínas como frijoles y soja. Muchas especies se acercan además a los valores del pescado, actualmente el alimento más proteico de nuestra dieta. Además, las proteínas proporcionadas por los insectos son de buena calidad, es decir que contienen aminoácidos esenciales, que son los que nuestro organismo no es capaz de sintetizar y que tiene que recibir de la dieta, en proporciones aptas a las necesidades humanas (Bukkens 2005).

Cuadro 1: Porcentaje de proteínas por 100 g de peso seco. (información tomada de Ramos E. 1984). Los datos de los alimentos comunes fueron tomados de BEDCA 2018 (base de datos española sobre investigaciones).

Fuente proteica	% /100 g	Estado comestible
Odonata	54-56	Ninfas
Ephemeroptera	58	Ninfas
Orthoptera	52-77	Ninfas y adultos
Hemiptera	34-70	Ninfas y adultos
Homoptera	59	Ninfas y adultos
Coleoptera	20-71	larvas
Lepidoptera	13-71	larvas
Diptera	35-61	larvas
Hymenoptera	09-64	Larvas, pupas y adultos
Carne de vacuno	25-28	
Carne de cerdo	29-37	
Pescado	14-63	
Soja	5-35	

El nutriente más abundante en los insectos son las proteínas. El contenido de proteína de los insectos varía entre 25 y 75 % en base seca (Oonincx 2011). Al igual que la carne de vaca y pollo, los insectos son una fuente de proteína animal “completa” que contiene los ocho aminoácidos esenciales siendo el triptófano y la cisteína los limitantes en la mayoría de las especies. Aunque en este aspecto los datos son escasos todavía, existen algunos estudios que comparan la digestibilidad de las proteínas de insectos con respecto a la caseína y en la mayoría de los casos los resultados son bien similares o ligeramente inferiores a la caseína (Ekpo 2011). Por ejemplo, la digestibilidad de la harina fortificada con

insectos alcanza el 91 % (Bukkens, 1997). Los insectos altamente esclerotizados presentan una digestibilidad proteica menor (Finke 1985).

2.3 Inocuidad y conservación de alimentos

El procesamiento y almacenamiento de insectos y sus productos deben cumplir reglamentaciones sanitarias como cualquier otro alimento a fin de garantizar seguridad alimenticia. Debido a su composición biológica, se deben considerar varios problemas, tales como la seguridad microbiana, la toxicidad, la palatabilidad y la presencia de compuestos inorgánicos. También se deben tener en cuenta las implicaciones específicas para la salud cuando se crían insectos para alimentar a los animales en productos de desecho tales como estiércol o desperdicios de mataderos. Evidencia de alergias inducidas a través de la ingestión de insectos es escaso, pero existe. Algunos casos han sido reportados de reacciones alérgicas a artrópodos (FAO 2013).

2.4 Grillo *Acheta domesticus*.

Este género de grillos o también el grillo de casa es originario del suroeste de Asia, pero este ha sido distribuido por el hombre. Se reproducen normalmente para ser usados como alimentos para mascotas, usualmente en reptiles (Portillo 2017).

Cuadro 2. Taxonomía de grillo *Acheta domesticus*.

Taxonomía:	
Dominio:	Eukarya
Orden:	Orthoptera
Familia:	<i>Gryllidae</i>
Género:	<i>Acheta domesticus</i>
Especie:	<i>Acheta domesticus</i> Linnaeus

Fuente: (Otte 1994) Philadelphia

2.4.1 Morfología.

El cuerpo del grillo común (*Acheta domesticus*) se divide en 3 segmentos principales que son: cabeza, tórax, abdomen (Figura 2), mide de 16 a 21 mm de longitud, de color marrón amarillento con alas que le cubren el abdomen (Portillo 2017).

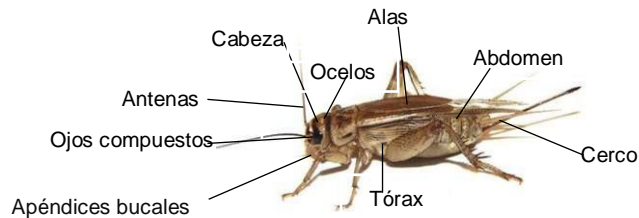


Figura 2: Morfología externa de grillo común (*Acheta domestica*). Imagen tomada de: <https://www.milanuncios.com/reptiles/grillo-rubio-acheta-domesticus-215929891.htm>.

2.4.2 Características.

Este grillo tiene dos ojos simples, dos ojos compuestos, dos antenas, una boca, palpos junto a la boca, espiráculos en los costados de su abdomen para respirar, las hembras tienen un ovopositor en su extremo caudal, dos cercis, dos alas para volar, dos alas coberteras, cuatro patas caminadoras, y dos patas saltadoras para escapar del peligro, en total los grillos tienen seis patas. Todas las seis patas del grillo están unidas al tórax, que es la parte central de los tres segmentos de su cuerpo (Portillo 2017).

Las hembras ponen un promedio de 30 huevos por puesta su incubación dura aproximadamente 2 semanas. Cada grillo tarda 7 semanas en ser adulto y durante por este tiempo pasa por 7 mudas, es recomendado que se tenga en cultivo una relación de 1 macho por 10 hembras (Portillo 2017).

Ciclo de vida: Estos grillos toman dos a tres meses para completar su ciclo de vida siendo criados a una temperatura de 25-35 grados centígrados. El grillo de casa mide de 16 a 21 mm de longitud, de color marrón amarillento con alas que le cubren el abdomen. Comúnmente depositan los huevos en sustratos húmedos como lo es la arena (Portillo 2017).

2.4.3 Incorporación de los insectos en los alimentos.

En 2015, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés) publicó una lista de insectos comestibles junto con los riesgos asociados a su producción y consumo como alimento humano y animal. Porque, aunque la entomofagia se considera una práctica segura, avalada por su largo historial de seguridad, la manipulación y el consumo de insectos puede acarrear algunos riesgos (EFSA Scientific Committee, 2015)

relacionados con la recolección en zonas peligrosas, con el consumo de estados de desarrollo inadecuados o con tratamientos culinarios inapropiados (Belluco et al., 2013). Algunas sustancias tóxicas y alergénicas se encuentran entre los riesgos potenciales del consumo de insectos. Por esta razón, los insectos comestibles se incluyeron en el nuevo reglamento sobre autorización de nuevos alimentos de la UE, que se publicó en noviembre de 2015.

En España los insectos entran al mercado en el año de 2018 mediante el reglamento (UE) n° 2015/2283 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los nuevos alimentos. Este Reglamento considera que “procede revisar, clarificar y actualizar, sobre la base de los avances científicos y tecnológicos registrados desde 1997, las categorías de alimentos que constituyen nuevos alimentos. Esas categorías deben incluir los insectos enteros y sus partes”. Sin embargo, cada nuevo alimento debe ser autorizado por la UE antes de su comercialización, aunque se establece un protocolo de autorización más sencillo para todos aquellos alimentos que demuestren haber sido consumidos durante 25 años de forma segura en países terceros, que es el caso de muchas especies de insectos.

Es importante tener en cuenta que el consumo de insectos puede provocar alergias, por ejemplo, debido a la quitina del exoesqueleto. También pueden transmitir infecciones, ya que la microbiota de los insectos puede ser un medio adecuado para el crecimiento de microorganismos indeseables (Kourimská 2016).

Hoy en día en el mundo se pueden clasificar en tres grandes tipos: insectos enteros, harinas de insectos y extractos de grasa y quitina.

Por lo general, en los países cuya cultura gastronómica incluye a los insectos, se venden al gran público frecuentemente enteros con un mínimo procesado para vaciar su contenido intestinal, sacrificarlos y eliminar su carga bacteriana. En los países occidentales, los insectos enteros se ofrecen en el mercado como ingrediente principalmente de dulces por ejemplo en chocolates (Micronutris 2018), en azúcar caramelizado y en algunos casos en bebidas alcohólicas.

Las harinas de insecto se están desarrollando como una estrategia para mejorar la aceptación de los insectos comestibles en los países occidentales, poco acostumbrados al consumo de insectos. En las diferentes empresas que están surgiendo en los últimos años entorno a la entomofagia, incluidas más de 50 en Europa (FAO, 2015), estas harinas se emplean para incrementar el contenido proteico y de fibra de distintos alimentos. En panadería se encuentra la gama más amplia de desarrollos, con productos como pan,

galletas, tortitas y barritas energéticas, (Micronutris 2018) pero también hay otros productos destacables como patés, salsas y pastas. También hay desarrollos de productos cárnicos. Stoops et al., (2017) han desarrollado un nuevo producto alimenticio a partir de harina de tenebriónidos (*Tenebrio molitor* y *Alphitobius diaperinus*), especias y antiaglutinante que se asemeja a la carne picada. Este tipo de desarrollos podrían permitir una reducción en el consumo de carne de origen vacuno.

2.4.4 Uso de los grillos en el desarrollo de diferentes productos

Los grillos (Orthoptera: Gryllidae) son las especies más cultivadas, estas especies son consumidas directamente por humanos en varias regiones del mundo, lo que ha incrementado su producción a escalas industriales en países de occidente principalmente como fuente de alimentación de animales insectívoros en cautiverio y animales domésticos. (Koga 2006).

Los grillos utilizan la energía obtenida del ambiente para sus reacciones metabólicas, tienen un menor tiempo de crecimiento, poseen una mejor porción de proteína cruda en relación a otras especies como las aves, cerdos y ganado. Además, los grillos pueden transformar de manera más eficiente la proteína de su alimento en proteína disponible para alimentación de humanos y animales, lo que permite un menor impacto al ambiente y producción de gases de efecto invernadero y con un consumo menor de agua que otros animales de producción (Nakagaki 1986).

Debido a la relación entre la facilidad de cultivo, el porcentaje de proteína obtenido y su sabor neutral, los ortópteros (grillos) son la elección principal para ser materia prima de productos a base de insectos, no solo en el sudeste asiático sino en otras partes del mundo (Blanco 2016). En México, la empresa Brounchis Natural produce snacks a base de grillos o "chapulines" saborizados con chile, ajo y en presentaciones mezcladas con maní; para esto, los grillos son horneados o freídos hasta alcanzar la textura deseada y cubiertos con los condimentos antes mencionados, actividad que según la empresa les confiere un sabor gourmet destacado. En el sudeste asiático también son consumidos insectos saborizados tanto en presentaciones saladas como dulces siendo más apetecidos como ingrediente crocante en enrollados y frituras. La empresa Hotlix ubicada en Estados Unidos es conocida por sus chupetas de caramelo duro con grillos dentro asemejando un insecto de la prehistoria preservado en ámbar (Hotlix 2016). Aunque estos productos son medianamente

consumidos, la harina de grillo es la materia prima más deseada en esta industria de alimentos emergentes (Hotlix 2016).

2.4.5 Harina de grillo

La harina de grillos en productos de consumo humano se está volviendo tendencia desde hace unos años ya que se ha empezado a procesar en mediana escala. Sobre varios productos cabe destacar las malteadas proteicas que la cadena de hamburguesas estadounidense Wayback Burgers está elaborando con harina de grillos; bebida que contiene una carga proteica de 24 g de proteína en un vaso de 20 onzas con sabores como Oreo o carne seca y chocolate (Wayback Burgers, 2015).

La harina de grillo también está siendo comercializada como premezcla de galletas, brownies y pasteles mezclada con harina de trigo y saborizantes por empresas como Bitty en Estados Unidos; su estrategia de mercado ha estado encaminada a vender los grillos enfocados en su cualidad de alimento sostenible.

2.5 Reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles.

El hábito de la entomofagia es ampliamente conocido alrededor del mundo y en la actualidad se ha incrementado de manera significativa. Existen especies cuyo prestigio y sabor origino que su mercado y explotación sea moderada. Los insectos se venden en diferentes porciones y formas, en mercados, restaurantes, por compañías internacionales e incluso por internet (Ramos 2006). Lamentablemente no existen normativas microbiológicas para consumo humano.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del estudio

El estudio se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de mayo de 2019 a octubre de 2019; y se desarrolló en las siguientes fases.

3.1.1 Población de estudio

Para el estudio se recolectó y reprodujo el grillo de la especie *Acheta domesticus*, los cuales se encontraron libres en el ambiente.

3.1.2 Muestra de grillos

Para la obtención de la muestra se recolectaron grillos en su fase adulta, los cuales fueron capturados en las zonas verdes del recinto de la Universidad de El Salvador, ya que son especies que habitan libres en nuestro país.

Se recolectó la cantidad de 50 parejas, en total 100 ejemplares de *Acheta domesticus* para su reproducción en condiciones controladas de laboratorio, las cuales se sexaron según características anatómicas (Ver Anexo Figura A-3).

Se procedió a reconocer orden, especie y sexo mediante un estereoscopio; así como el uso de descripciones, imágenes y claves taxonómicas de (Domínguez, R.1998) Taxonomía 1: Claves y diagnosis. México (Ver Anexo Figura A-1, A- 2 y A-3).

Todos los grillos recolectados fueron liberados después que nacieron los primeros especímenes en condiciones controladas.

3.1.3 Procesamiento de materias primas

Se realizó en la planta de procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas ubicada en carretera al Puerto de La Libertad, Km 57, Cantón Tecualuya, Municipio de San Luis Talpa, Departamento de La Paz.

3.1.4 Análisis de Laboratorio.

Se realizaron análisis bromatológicos en los cuales se determinó los porcentajes de: humedad total, materia seca, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos solubles en agua (CHOS) en la harina de grillo de la especie *Acheta*

domesticus, estos análisis se realizaron en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Además, se realizaron análisis microbiológicos para conocer si, el alimento es apto para el consumo humano, dichos análisis se realizaron en el Laboratorio de Microbiología y Biotecnología del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud CENSALUD de la Universidad de El Salvador.

3.1.5 Elaboración del Prototipo alimenticio

Después que se obtuvo la harina, se procedió a analizar los resultados de las pruebas fisicoquímicas para establecer el prototipo alimenticio para su formulación.

La harina y el prototipo que se elaboró se desarrolló bajo las condiciones de 13°48'15.1"N, - 89°24'00.9"O, a 552 m.s.n.m.; con temperaturas promedio 18 °C a 32 °C, con una humedad relativa entre 68% a 90%.

3.1.6 Equipos y Materiales

Para la investigación fueron utilizados los siguientes materiales y equipo:

Materiales

- Grillos (*Acheta domesticus*)
- Concentrado para tilapia
- Zanahoria, zucchini y lechuga
- Sustrato de coco
- Recipientes plásticos
- Cartones de huevos
- Cedazos, zarandas
- Cinta adhesiva ancha
- Esponjas
- Hipoclorito de sodio
- Bolsas plásticas
- Recipientes metálicos
- Atomizadores
- Cucharas, Tenazas y Cuchillos
- Cubetas
- Tablas de picar Beakers

Equipo

- Deshidratador, horno y cocina
- Molino de café
- Termómetro de cocina
- Balanza digital

3.2 Metodología de Campo

Comprende en el establecimiento de crianza del grillo de la especie *Acheta domesticus*, la cual se realizó bajo las condiciones de 13°43'24.0" N, - 89°13'35.6" O, a 774 m.s.n.m., con intervalos de temperatura de 17 °C a 29 °C, con una humedad relativa entre 82% a 90%.

La reproducción se realizó en jaulas (cajas plásticas herméticas) con dimensiones de 41x61x35 centímetros, donde en la tapadera se les colocó un cedazo para facilitar la respiración. Se hicieron en cajas plásticas debido, a que se facilitó la limpieza y el manejo de los grillos; así como la observación. En cada caja se colocó una viñeta visible con la fecha en la cual se colocó el sustrato para que la hembra de grillo *Acheta domesticus* depositará sus huevos y con ello, conocer la fecha estimada del nacimiento de los grillos, esta fecha sirvió como identificación del lote particular de los grillos y las muestras de harina realizadas. La razón de hacer esto es porque los grillos no pueden ser marcados individualmente para identificarlos.

En las cajas plásticas se colocaron escondites para los grillos, utilizando cartones de huevo sin color ya que los colorantes pueden afectar el color de los grillos, colocar los escondites ayudo a aumentar la capacidad de cada jaula para que pudieran contener más grillos. (Figura 3)

Los cartones para huevos se colocaron verticalmente para permitir la circulación del aire caliente y permitir que los residuos de los grillos (es decir: grillos muertos, pieles mudadas, heces, los residuos de los nutrientes) se depositen sobre el fondo. Los cartones para huevo se colocaron juntos, uno al lado del otro, con todas las crestas y valles unas contra las otras, exactamente en la forma contraria en la cual estos se almacenan juntos (Parada 2018).



Figura 3. Colocación de cartones de huevo como escondites y de sustrato de coco con los huevos y ninfas de grillo.

Para grillos recién nacidos y para las primeras etapas ninfales, se utilizaron jaulas más pequeñas que las usadas para grillos adultos (Porter 2015). Estas jaulas o cajas pequeñas también tuvieron la función de ser incubadoras para los huevos fertilizados de los grillos. El mejor material para ser usado es una malla metálica de aluminio, con aberturas cuadradas para grillos recién nacidos y primeras etapas ninfales (Parada 2018). El sustrato de coco se depositó en recipientes plásticos redondos, se le colocó una malla para evitar que los grillos sacaran el sustrato del depósito; diariamente se rociaba agua con un atomizador para mantener el sustrato húmedo ya que esto es muy importante para que los huevos sobrevivan y lleguen a ser ninfas.

Se colocó cinta adhesiva para evitar fuga de grillos; esta barrera se adhirió de forma horizontal sobre todos los bordes interiores de las jaulas; es recomendable aplicar dos juntas, una al lado de la otra (Parada 2018).

Los bebederos, y los comederos se colocaron en el suelo de la jaula, para que lograran ascender fácilmente sobre estos, se instalaron varias tapaderas plásticas con el alimento para que una gran cantidad de grillos pudieran beber y alimentarse al mismo tiempo. Se utilizaron las tapas de plástico de algunos contenedores para comida (Porter 2015).

Se tuvieron varias jaulas para poder suplir la demanda de harina necesaria para hacer los respectivos análisis bromatológicos y microbiológicos.

Los grillos se alimentaron con tres dietas alimenticias, las cuales están constituidas por alimento seco combinado con lechuga, zanahoria y zucchini.

3.3 Metodología de laboratorio.

3.3.1 Elaboración de harina

Para la elaboración de harina se probó la metodología recomendada por Generación Z de Costa Rica (2016), modificando ciertos procesos. El proceso completo de elaboración de harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* se observa en la Figura 9.

Una vez se recolectaron las muestras de grillos, se procedió al sacrificio, para ello se hizo necesario dejar a los grillos sin alimentación por 4 horas, ya que este es el tiempo que tardan en realizar la digestión; luego se capturaron y se colocaron en el congelador por 2 horas para que entraran en una fase de adormecimiento o etapa de diapausa y posteriormente la muerte; se pesaron una vez salieron del congelador.

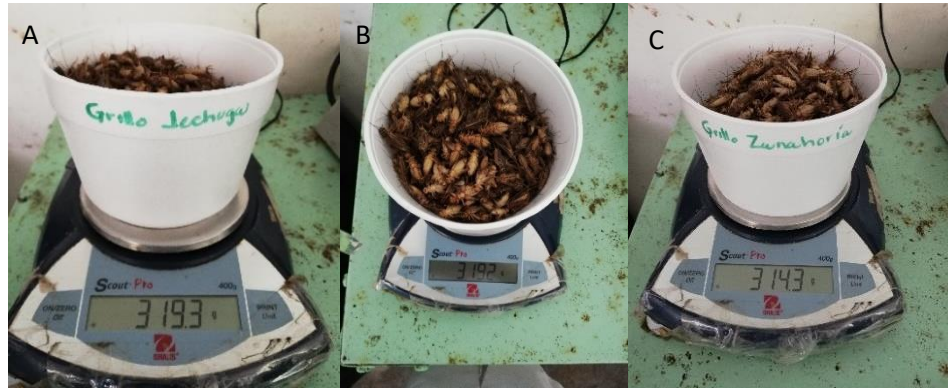


Figura 4. A. Pesado de grillos alimentados con dieta alimenticia 1; B: Pesado de grillos alimentados con dieta alimenticia 2; C. Pesado de grillos alimentados con dieta alimenticia 3.

Luego en una olla se colocó agua para que llegara a una temperatura aproximada de 60°C y se colocaron los grillos por el tiempo de 30 segundos para bajar la carga microbiana y eliminar cualquier patógeno que estos posiblemente tengan por su naturaleza (Figura 5).



Figura 5. Eliminación de posible carga microbiana que puedan contener por su naturaleza.

Se dispuso de un colador o tamiz para retirar el exceso de agua y así poder secarlos para pasar al deshidratador (Figura 6). Se necesita retirar el exceso de agua para que sea más rápido el deshidratado.



Figura 6. Eliminación de exceso de agua.

Se colocaron, en un deshidratador a 150°C por 6 horas, se comprobó por medio de la pérdida de peso, que había perdido humedad (Figura7). Los grillos deben de estar bien secos ya sea para guardarse o para la elaboración de harina



Figura 7. Deshidratado de grillos

Para la elaboración de la harina de grillo, se utilizó un molino de café, pero se pueden utilizar otros molinos con diferentes tamaños de partículas expresados en micras para dejar un molido más fino para que el paladar no lo sienta. Esta fue la última etapa de elaboración de la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* (Figura 8).



Figura 8. Molino de café utilizado para la elaboración de la harina de grillo.

3.3.2 Flujograma del proceso de elaboración de harina de grillo.

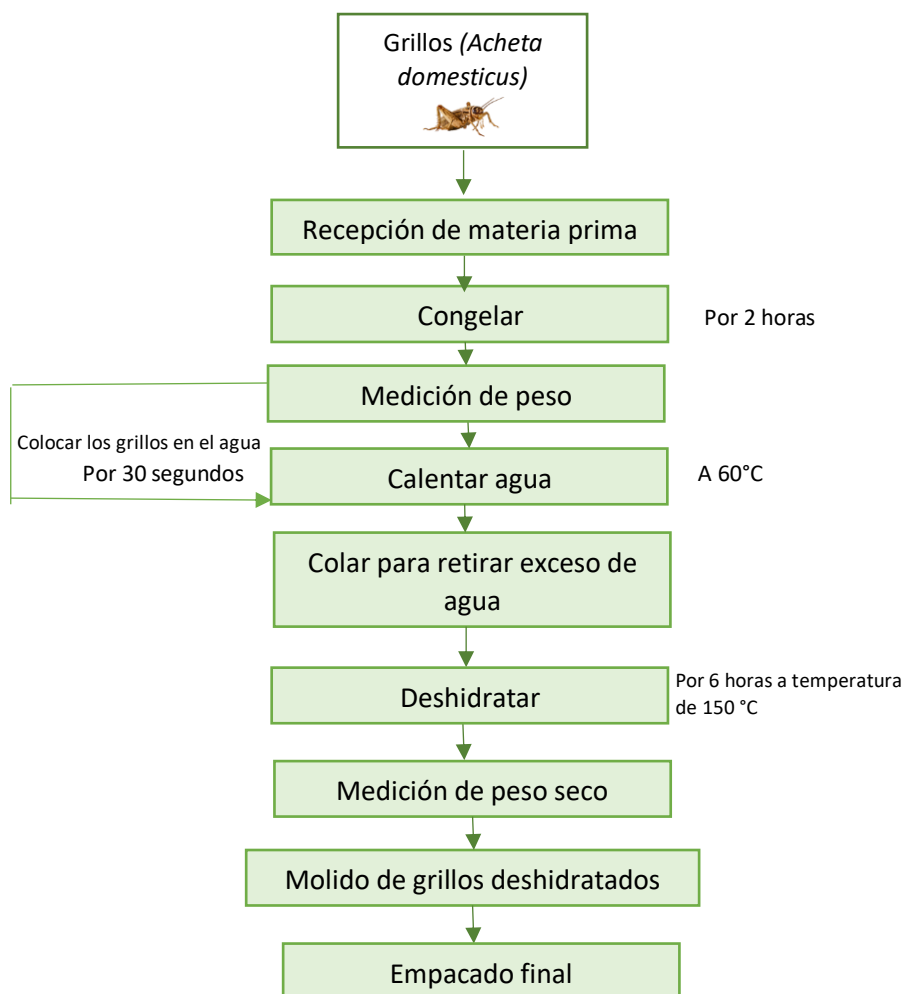


Figura 9. Flujograma de proceso de elaboración de harina de grillo *Acheta domestica* (Fuente: Elaboración propia, modificación de metodología de Generación Z, Costa Rica).

3.3.3 Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Se le realizaron un total de seis análisis bromatológicos, dos por cada dieta alimenticia para determinar cuál dieta alimenticia aporta mayor cantidad de proteína cruda.

Como la harina se requiere utilizar para consumo se procedió a realizar 2 análisis microbiológicos para determinar si la harina es apta para consumo humano. Debido a que en El Salvador no existe reglamentación para este tipo de productos se tomó en base a lo que establece el Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.15:07 Harinas, Harinas de Trigo Fortificadas Especificaciones, en donde establece parámetros para los molidos en polvo, los cuales son: *Recuento de mohos y levaduras*.

También se consideraron las especificaciones basadas en el Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893 sobre *Salmonella* y Recuento de *Coliformes totales* y *Escherichia coli*. Las muestras fueron analizadas y se compararon con los parámetros establecidos en el reglamento anteriormente mencionado.

A partir de los resultados obtenidos, se formuló un prototipo alimenticio de alto contenido proteico a base de la harina de *Acheta domesticus*, con la finalidad de demostrar que es posible la elaboración de un alimento de alto contenido proteico a base de harina de grillo.

3.3.4 Prototipo Alimenticio. (Pan tipo Baguett de harina de grillo)

Después de establecer cuáles son los productos que se consumen por la población salvadoreña de diferentes edades; se eligió la formulación de una mezcla para la elaboración de pan tipo baguett, ya que es un producto que se consume a diario y se puede enriquecer con más proteínas y aminoácidos esenciales en la dieta diaria.

Descripción del Producto.

Pan tipo Baguett horneado y fabricado artesanalmente; hecho de la combinación de harina de trigo, harina de grillo (*Acheta domesticus*), azúcar, sal, levadura y agua. Puede incluir otros ingredientes para saborizarlo como mantequilla con ajo.

Técnica de elaboración de pan de grillo (*Acheta domesticus*)

Antes de iniciar el proceso de elaboración del producto, se pesaron y midieron todos los ingredientes.

1. **Recepción y almacenamiento de materia prima:** el peso de las materias primas se controla en la recepción, donde se efectuaron los controles previos para la admisión de la materia prima la cual debe presentarse en buen estado fitosanitario y con buenas características organolépticas.
2. **Pesado de ingredientes:** se midieron y pesaron los ingredientes en base a la fórmula cuantitativa de los panes, para conseguir un producto terminado homogéneo, de calidad y forma constante.
3. **Homogenizado de harina de trigo y de grillo:** se mezclaron las dos harinas de acuerdo a las diferentes proporciones planteadas, la finalidad de esta etapa fue homogenizar la distribución de los ingredientes secos y las dos harinas para que, quede homogéneamente la harina de grillo en el pan.

4. **Amasado de ingredientes:** para ello se realizó una corona con las harinas de trigo y grillo, se colocó en medio de la corona: sal, azúcar, manteca y el agua con la levadura, se amasa hasta lograr la consistencia requerida. Se obtuvo una pasta la cual puede ser amasada manualmente para lograr una mejor distribución de los ingredientes y mayor homogeneidad. Industrialmente, se utilizaría una mezcladora-amasadora de panadería.
5. **Reposado:** se deja reposar hasta que la masa duplique su volumen por un tiempo mínimo de 15 minutos.
6. **División y colocación de piezas en moldes:** se engrasaron previamente los moldes para que el pan no se pegara; se colocó la masa en los moldes con la forma previa que se necesitó, para su cocción en el horno.
7. **Horneado:** tras el moldeado, la masa es llevada a horno precalentado. Se procedió a hornear las bandejas de pan formadas a 325 °F por un tiempo de 15 a 20 minutos.
8. **Enfriado:** el producto final se retira del horno para su enfriamiento.
9. **Empacar:** una vez obtenido el producto final se procede a empacar en bolsas aluminizadas o según la presentación que el cliente desee por lo general se recomienda un empaque que mantenga las características organolépticas del producto.

3.3.5 Flujo de elaboración de prototipo pan tipo baguett de harina de grillo.

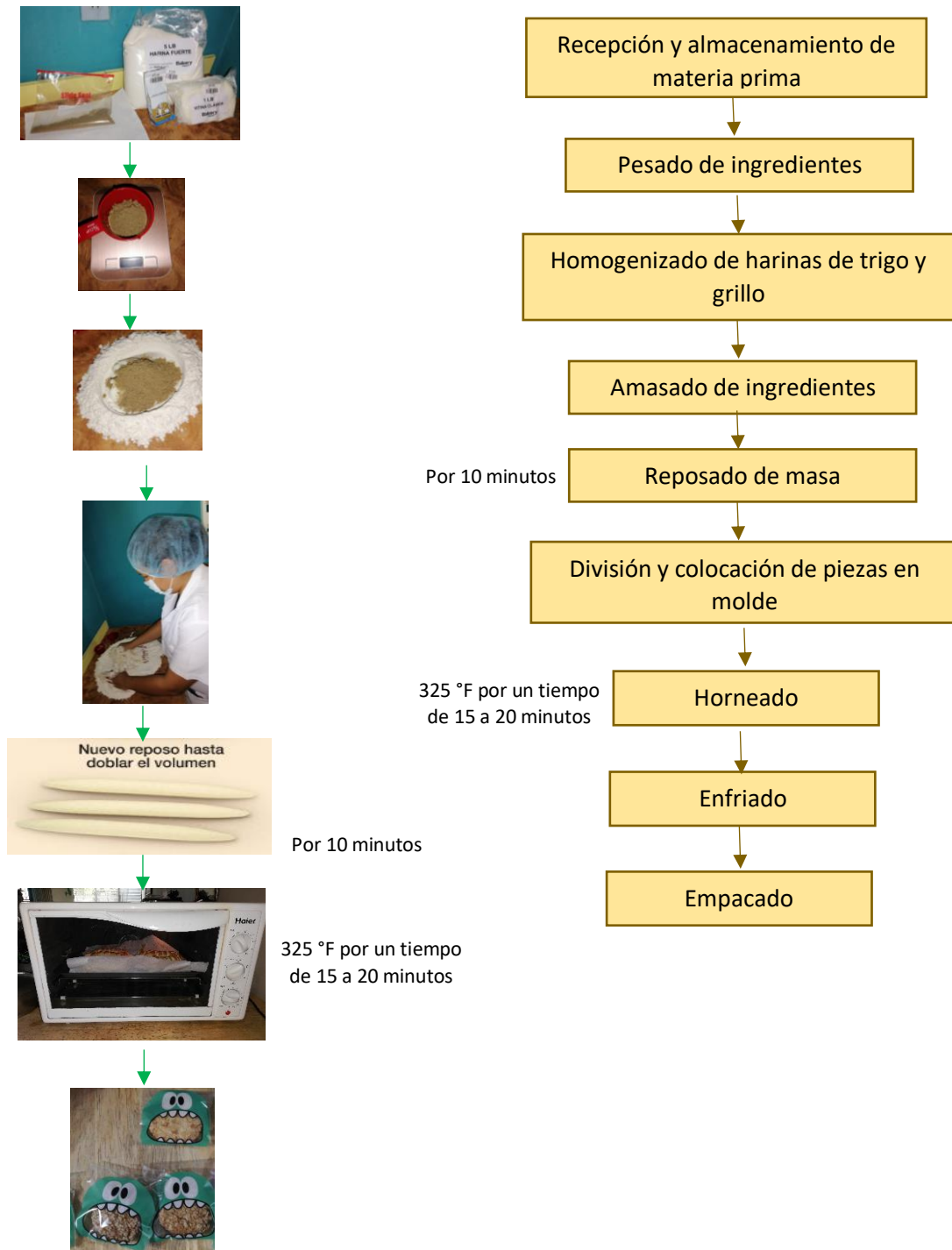


Figura 10. Flujo de elaboración de pan tipo baguett de harina de grillo. Fuente: Elaboración propia.

3.4 Metodología estadística.

3.4.1 Diseño estadístico

Los ensayos se realizaron con grillos adultos de la especie *Acheta domesticus* que fueron recolectados en el campus de la Universidad de El Salvador, y se mantuvieron en condiciones asépticas para que ovopositaran en sustrato de coco y así, pudieran nacer las ninfas, las cuales se utilizaron para la elaboración de la harina.

Las ninfas de grillo se colocaron en 9 cajas plásticas traslucidas de (41x61x35 cm); y se le suministro a cada grupo una dieta base con 50 g de concentrado de tilapia etapa inicio combinado con 200 g de los siguientes tipos de verdura: lechuga, zanahoria y zucchini. Como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Diferentes tipos de dietas a utilizar en el estudio de harina de grillo *Acheta domesticus*.

Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Concentrado de tilapia y lechuga	Concentrado de tilapia y zanahoria	Concentrado de tilapia y zucchini

Cada dieta alimenticia tenía tres cajas plásticas que contenían los grillos para su réplica; haciendo un total de nueve cajas plásticas con grillos para el estudio. Las cajas plásticas se limpiaron constantemente de heces y mudas de piel; y los grillos *Acheta domesticus* se alimentaron con concentrado de tilapia etapa inicial y verduras diariamente (según la dieta alimenticia).

Por otra parte, la cantidad de alimento que se les proporcionó dependió de las necesidades de las ninfas de grillo, aumentando la cantidad de alimento progresivamente a medida que las ninfas crecieron e intentando mantener una proporción constante de concentrado de tilapia y verduras. La crianza de ninfas se prolongó por 8 semanas y se prosiguió con el mantenimiento (limpieza y suministro de alimento).

Para obtener el peso de los grillos, se pesó aleatoriamente a 20 grillos de cada dieta esto se hizo cuando los grillos salieron del congelador, se realizó así; debido a lo difícil que puede resultar atrapar a un grillo y pesarlo. Cuando el grillo llegó a su etapa de sacrificio se mantuvo sin alimento por 4 horas para vaciar su contenido intestinal, para el sacrificio se introdujeron los escondites con los grillos en bolsas plásticas limpias para su congelación; luego se sacaron del refrigerados y se les registró el peso.

3.4.2 Análisis estadísticos

El análisis estadístico se realizó de los datos medios de los valores de proteína y las distintas dietas alimenticias. Dicho análisis se llevó a cabo mediante MINITAB (Data Analysis, Statistical & Process Improvement Tools). Se realizarán comparaciones mediante las diferencias que pudiera tener de proteína con las diferentes dietas alimenticias en el desarrollo de las ninfas de grillo garantizando que las muestras presenten distribución normal y homogeneidad en sus varianzas.

Un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para determinar diferencias significativas entre los distintos tratamientos alimenticios ($\alpha = 0,05$) de acuerdo a los factores de variación estudiados en cada caso. Los resultados se expresan mediante el valor medio y el error mediante desviación estándar. El análisis de varianza se completará un análisis de comparación múltiple utilizando el criterio Tukey para determinar entre qué niveles de cada factor existían o no diferencias significativas (al 95 % de confianza).

3.5 Metodología económica.

Se utilizó la metodología de análisis de costos y beneficios donde se procedió a calcular los costos que implican el proceso de producción de un prototipo alimenticio elaborado a base de harina de grillo como alimento para humanos, lista para hacer incorporada a la dieta alimenticia.

Se requirió hacer cálculos de todos los costos para la obtención de harina de grillo entre estos costos tenemos:

- Costos de recolección y crianza de grillos: La recolección de grillos se realizó para iniciar el establecimiento de la granja y llevar a cabo la reproducción. Estos costos se midieron tomando en cuenta la cantidad de personas necesarias para recolectarlos tomando en cuenta el tiempo que estos se podrían tardar.
- Costos de alimentación: Se les suministró concentrado para tilapias fase inicial para que los grillos puedan elevar sus valores proteicos, y vegetales para minerales
- Costos de mano de obra de mantenimiento. Estos costos se determinaron en base al tiempo que le pueda tomar por día en el cambio de comida, agua y limpieza de la caja que consiste en sacar los residuos de los vegetales y sacar restos de grillos muertos. Para sacar estos costos se hizo referencia el salario mínimo en el sector agrícola para

El Salvador, tomando en cuenta el tiempo diario que tardará un trabajador para el mantenimiento de la granja de grillos.

- Costos de procesamiento. Se calcularon los procesos de molido, y el equipo a utilizar para la elaboración de las harinas, empaque y el análisis bromatológico como el microbiológico.
- Costo de producción de prototipo. Este costo se determinó mediante el equipo mínimo necesario que se necesita para elaborar pan artesanalmente; así como la materia prima que se necesita para realizar el prototipo de pan tipo baguett.

Se describieron los costos variables de acuerdo a las dietas alimenticias proporcionadas a los grillos, y se determinó la dieta que obtuvo mejor beneficio económico respecto a otro en base a la dieta alimenticia.

4. Resultados y discusión

En el presente capítulo se presentan los resultados y análisis obtenidos en el desarrollo de la investigación.

4.1 Resultados del proceso de la elaboración de la harina de grillo de la especie (*Acheta domesticus*)

Posteriormente al sacrificio de los grillos, se obtuvo el peso de veinte ejemplares por cada dieta alimenticia (Ver Anexo, Cuadro A-1), obteniendo estimaciones de los pesos promedios por cada dieta alimenticia, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 4. Valores promedios del peso de los grillos por cada dieta alimenticia ingerida.

Lechuga (g)	Zanahoria (g)	Zucchini (g)
0.64	0.57	0.54

Los grillos que ingirieron la dieta alimenticia de lechuga obtuvieron el mayor peso el cual fue de 0.64 g, además, se observó que la lechuga es el alimento de media aceptación por los grillos.

Los grillos alimentados con la dieta de zanahoria obtuvieron un valor de 0.57 g; en la práctica de la crianza de grillos se observó que la dieta alimenticia de zanahoria fue el alimento de mayor aceptación ya que se terminaba antes que los otros alimentos.

Por otra parte, la alimentación con Zucchini fue el alimento con menor aceptación alcanzando un valor de peso promedio de 0.54 g. Este peso menor probablemente se deba a que el zucchini posee una gran cantidad de agua en su composición en comparación con los otros alimentos.

Una vez pesados los grillos, podemos establecer que la dieta alimenticia que aporta una mayor ganancia de peso a los grillos, es la formulada mediante 50 g de concentrado de tilapia combinada con 200 g de lechuga.

El proceso de deshidratación se debe realizar para poder pulverizar los grillos y producir la harina de grillo *Acheta domesticus*, es importante señalar que no se debe exceder la temperatura en el deshidratado ya que puede deteriorar la proteína contenida en el grillo.

Para comprobar la pérdida de humedad se pesaron los grillos congelados, a este peso se le restó el peso obtenido al final de la deshidratación para determinar la cantidad de humedad perdida; luego se procedió a moler en un molino de café.

Cuadro 5. Diferencias de peso después del proceso de deshidratado de los grillos, debido a las dietas alimenticias ingeridas.

Dieta Alimenticia	Lechuga		Zanahoria		Zucchini	
	05/06/2019	30/09/2019	05/06/2019	30/09/2019	05/06/2019	30/09/2019
Fecha de procesamiento	05/06/2019	30/09/2019	05/06/2019	30/09/2019	05/06/2019	30/09/2019
Peso inicial	319.2 g	332.4 g	368.7 g	314.3 g	467.5 g	343.1 g
Peso después de 2 horas de deshidratado	230.1 g	249.7 g	285.6 g	257.6 g	385.5 g	274.6 g
Peso después de 4 horas de deshidratado	158.1 g	198.2 g	192.4 g	210.9 g	269.1 g	219.6 g
Peso final después de 6 horas de deshidratado	105.6 g	100.8 g	136.4 g	136.7 g	148.1 g	139.6 g
Humedad (%)	33.08	30.32	36.99	43.49	31.68	40.69
Promedio de humedad por dieta alimenticia	31.70		40.24		36.17	

Como se observa en el cuadro 5 las pérdidas de humedad de los grillos al haber transcurrido 6 horas

La dieta alimenticia de la lechuga obtuvo mejor resultado al momento de deshidratación ya que en promedio perdió una humedad de 31.70% por los pesos presentados al final del proceso productivo. La zanahoria perdió un promedio de 40.24 % de humedad, el zucchini perdió en promedio un 36.17% de humedad.

Esto quiere decir que los grillos con dieta alimenticia de Lechuga perdieron mayor humedad, mientras que la segunda dieta que perdió más humedad fue la de Zucchini y por último la dieta a base de zanahoria.

En el cuadro 6 se presenta la comparación a lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.15:07 Harinas de trigo en el parámetro de humedad de la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* y como muestran los resultados, los valores son altos para todas las dietas en comparación del valor límite de humedad el cual es 15% según reglamentación.

Cuadro 6. Requisitos físicos de conformidad a la variedad de trigo y los resultados obtenidos de humedad para cada dieta.

Determinaciones	Límite	Resultado	
Húmedad, en porcentaje máximo en masa (m/m)	15,5%	Lechuga	31.7%
		Zanahoria	40.24%
		Zucchini	36.17%

4.2 Resultados de los análisis Bromatológicos de la harina elaborada con grillos que ingirieron las distintas dietas alimenticias.

A continuación, en el cuadro 7 se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas donde se realizaron los análisis bromatológicos.

Cuadro 7. Resultados de los análisis bromatológicos en los cuales se indican los porcentajes de: humedad total, materia seca, ceniza, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos solubles en agua (CHOS) en la harina de grillo.

Muestra	Dieta Alimenticia	Humedad Total	Materia Seca	Ceniza	Proteína Cruda	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	CHOS
1	Lechuga	38.78	61.22	4.46	36.96	13.49	4.40	1.94
2	Lechuga	51.26	48.27	4.66	31.31	10.77	4.02	2.19
3	Zanahoria	40.04	50.43	4.50	28.28	10.95	3.50	4.91
4	Zanahoria	39.55	55.69	4.51	23.04	11.62	4.39	5.23
5	Zucchini	48.54	61.04	4.58	23.09	13.25	3.39	3.14
6	Zucchini	53.10	46.90	4.75	22.59	10.72	3.34	5.50

Respecto al análisis bromatológico de proteína cruda de la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus*; se realizó un promedio del total de proteína cruda por cada dieta

alimenticia y se realizó una comparación con lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.15:07 Harinas de trigo fortificada donde menciona que para que una harina sea llamada fortificada debe obtener un porcentaje de 7% de proteína como se observa en el cuadro 8. Al mismo tiempo se realizaron promedios de los resultados de cenizas obtenidos en el laboratorio para proceder a compararlos con lo establecido en la normativa de harinas fortificadas del Reglamento Técnico Centroamericano, se realizaron estas dos comparaciones debido a que son los parámetros fisicoquímicos que este reglamento establece.

Cuadro 8. Requisitos fisicoquímicos de conformidad a la variedad de trigo establecidos en el Reglamento técnico Centroamericano 67.01.15:07 y los resultados obtenidos de % de proteína y % de ceniza.

Determinaciones	Limite	Resultados	
Proteínas, en porcentaje mínimo en masa (m/m), en base seca	7,0%	Lechuga	36.96%
		Zanahoria	28.28%
		Zucchini	23.09%
Ceniza, en porcentaje máximo en masa (m/m), en base seca	1,0%	Lechuga	4.46%
		Zanahoria	4.50%
		Zucchini	4.58%

Con esto se determina que el porcentaje de proteína que contiene la harina elaborada de grillo de la especie *Acheta domesticus* es mayor al porcentaje de proteína que puede contener una harina de trigo; independientemente al tipo de alimentación que estos reciban.

También se observa que el porcentaje de ceniza es alto en la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* en comparación con la harina de trigo.

El análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para determinar diferencias significativas entre % proteína cruda vs. dieta alimenticia, entrego los siguientes resultados:

Método

Hipótesis nula	Todas las medias del porcentaje de proteína son iguales
Hipótesis alterna Alternativa	No todas las medias del porcentaje de proteína son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se reconoció igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Dieta Alimenticia	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

El análisis de varianza, para determinar si las medias de las distintas dietas alimenticias, arrojó resultados para los valores F y P, fueron de 6.95 y 0.075 respectivamente. Debido a que el valor $P > 0.05$, no es posible rechazar la hipótesis nula la cual establece que las medidas de la variable dieta alimenticia son iguales.

Medias

En el cuadro se presentan los datos obtenidos de las muestras de harina de grillo *Acheta domesticus* en los análisis de proteína cruda con los datos medios, desviación estándar y su índice de confianza el cual fue 95%.

Cuadro 9. Medias obtenidas de los resultados de proteína de las diferentes dietas.

Dieta Alimenticia	Muestras	Media	Desviación Standar	Índice de confianza de 95%
1	2	34.13	4.00	(27.04, 41.23)
2	2	25.66	3.71	(18.57, 32.75)
3	2	22.840	0.354	(15.746, 29.934)

Desviación Standar agrupada = 3.15251

Resultados de los análisis Microbiológicos de la harina elaborada con grillos que ingirieron las distintas dietas alimenticias.

A continuación, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos, realizados a la harina de grillo. dichos análisis fueron realizados con fecha 24/10/2019.

Cuadro 10. Resultado de análisis de harina de grillo elaborada con fecha de producción 05/06/2019

Determinación	Método	Resultados	Especificaciones
Recuento de Coliformes Totales	Número más probable (NMP)	1,100 NMP/g	***
<i>Escherichia coli</i>	Número más probable (NMP)	<3.0 NMP/g	***
Recuento de Hongos y Levaduras	Método de placa vertida	0 UFC/g	10 ³ UFC/g*
<i>Salmonella spp.</i>	Método ausencia/presencia	Ausencia	Ausencia/25 g**

Observaciones:

Para este tipo de producto no se cuenta con normativa salvadoreña para comparación; sin embargo, se sugieren las siguientes normativas para hacer su respectivo análisis.

***Para recuento de hongos y levaduras,** las especificaciones basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harinas de trigo Fortificada Especificaciones.

****Para *Salmonella*,** las especificaciones basadas en Reglamento (UE) 2017/893 de la Comisión Europea, que establece “ausencia en 25 g”, Límite mínimo recomendado (m) = 0, Limite permisible máximo permisible (M) = 0.

*****Para Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli*,** hacer una relación con las especificaciones basadas en Reglamentación (UE) 2017/893 de la Comisión Europea, que establece para las Enterobacterias “Limite recomendado (m)= 10, Límite Máximo Permisible (M)= 300 en 1 gramo”.

Recuento de hongos y levaduras

Ya que no existe reglamentación en nuestro país sobre harinas elaboradas de insectos, se consultó con las especificaciones basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harinas de trigo Fortificada en el cuadro 11, donde especifica los parámetros:

Cuadro 11. Parámetro microbiológico para Recuento de mohos y levaduras basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas

Parámetro	Plan de muestro				Limite	
	Tipo de riesgo	Clase	n	C	m	M
Recuento Mohos y Levaduras	B	3	5	1	10 UFC/g	10 ³ UFC/g

Dentro del plan de muestreo de la normativa se puede observar que es de Riesgo tipo B: Comprende alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud. La clase es 3 (tres) lo que quiere decir que es un plan de muestreo por atributos, donde de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres grados, “aceptable”, “medianamente aceptable”, y “no aceptable”. La clase aceptable tiene como límites “m” y “M”, y la no aceptable aquellos valores superiores a M.

Cuadro 12. Clase de peligro y categoría de riesgo según RTCA.

Clase de peligro	Condiciones normales en las que se supone será manipulado y consumido el alimento tras el muestreo		
	Grado de peligrosidad reducido	Sin cambio de peligrosidad	Aumenta la peligrosidad
Sin peligro directo para la salud. (Contaminación general, vida útil y alteración).	Categoría 1 3 clases n = 5 c = 3	Categoría 2 3 clases n = 5 c = 2	Categoría 3 3 clases n = 5 c = 1
Peligro para la salud bajo indirecto.	Categoría 4 3 clases n = 5 c = 3	Categoría 5 3 clases n = 5 c = 2	Categoría 6 3 clases n = 5 c = 1
Moderado, directo, difusión limitada.	Categoría 7 3 clases n = 5 c = 2	Categoría 8 3 clases n = 5 c = 1	Categoría 9 3 clases n = 5 c = 1
Grave, directo, directo, difusión potencialmente extensa.	Categoría 10 2 clases n = 5 c = 0	Categoría 10 2 clases n = 5 c = 0	Categoría 10 2 clases n = 5 c = 0

Esto quiere decir que la harina representa una clase de peligro: moderado, directo, difusión limitada y es de categoría 8, esta categoría se usa para parámetros microbiológicos que

siendo considerados patógenos, en bajos niveles pueden aceptarse, tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*.

“Categoría” es el riesgo asociado al alimento y al microorganismo como se muestra en el cuadro 12 del Reglamento Técnico Centroamericano (2007).

“n” = es el número de muestras que se requieren para realizar el análisis microbiológico.

“C” = es el número de muestras que pueden contener al patógeno o microorganismo.

Por lo tanto, las pruebas realizadas a la muestra de harina de grillo con fecha 05/06/2019 (cuadro 10) de elaboración cumplen los requerimientos necesarios ya que presentan 0 UFC por ello se consideran aceptable en el apartado para Recuentos de mohos y levaduras.

Limites:

El símbolo m = es el criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

M = criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

Salmonella

Para este tipo de producto no se cuenta con normativa salvadoreña para comparación; sin embargo, se compararon con las especificaciones basadas en el Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893, donde menciona que en varios Estados miembros ya se ha comenzado a criar insectos para producir proteína animal transformada derivada de ellos y otros productos derivados de insectos destinados a alimentos para animales de compañía. Esa producción se lleva a cabo conforme a los regímenes de control nacionales de las autoridades competentes de los Estados miembros en cuestión. Diversos estudios han demostrado que los insectos de granja podrían constituir una solución alternativa y sostenible a las fuentes convencionales de proteínas animales destinadas a la alimentación de animales de granja no rumiantes. La Comisión Europea estipula esta reglamentación para productos elaborados de insectos que sirven para alimentar a otros animales menos rumiantes debido a la naturaleza y peligrosidad del patógeno.

Para *Salmonella* se recomienda que se demuestre “Ausencia” en los productos analizados para consumo animal. Por lo tanto, la muestra realizada a la harina de grillo con fecha 05/06/2019 de elaboración cumplen con este apartado ya que presentó “Ausencia” del patógeno en el reporte de laboratorio.

Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli*

El Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893, menciona que las producciones de insectos se deben de llevar a cabo conforme a los regímenes de control nacionales de las autoridades competentes de los Estados miembros en cuestión. No hay reglamentación acerca de este análisis, pero por la naturaleza del producto se decide hacerlo; como se muestra en el cuadro 10 el recuento de coliformes fecales presentó un resultado de 10^3 NMP/g este valor se encuentra en M= criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud. Por lo cual se realizaron pruebas confirmatorias de *Escherichia coli* y el valor es menor de 3.0 NMP/g lo cual es un valor bajo y no representa amenaza para la ingesta de los seres humanos; ahora bien, cabe destacar que esta harina se almacena por un tiempo de seis meses para conocer su vida anaquel y analizarla. Además, es probable que el valor de coliformes totales se encuentre en el límite máximo debido a la cantidad de tiempo pasado, y a que la alimentación de los grillos no se podía desinfectar; solo limpiar con agua ya que estos insectos son susceptibles a restos químicos como el hipoclorito de sodio para la desinfección.

Cuadro 13. Resultados de análisis microbiológicos muestra con fecha 30/09/2019.

Determinación	Método	Resultados	Especificaciones
Recuento de Coliformes Totales	Número más probable (NMP)	240 NMP/g	***
<i>Escherichia coli</i>	Número más probable (NMP)	<3.0 NMP/g	***
Recuento de Hongos y Levaduras	Método de placa vertida	0 UFC/g	10^3 UFC/g*
<i>Salmonella spp.</i>	Método ausencia/presencia	Ausencia	Ausencia/25 g**

Observaciones:

Para este tipo de producto no se cuenta con normativa salvadoreña para comparación; sin embargo, se sugieren las siguientes normativas para hacer su respectivo análisis.

***Para recuento de hongos y levaduras**, las especificaciones basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harinas de trigo Fortificada Especificaciones.

****Para Salmonella**, las especificaciones basadas en Reglamento (UE) 2017/893 de la Comisión Europea, que establece “ausencia en 25 g”, Límite mínimo recomendado (m) = 0, Limite permisible máximo permisible (M) = 0.

*****Para Recuento de Coliformes totales y Escherichia coli**, hacer una relación con las especificaciones basadas en Reglamentación (UE) 2017/893 de la Comisión Europea, que establece para las Enterobacterias “Limite recomendado (m)= 10, Límite Máximo Permisible (M)= 300 en 1 gramo”.

Recuento de hongos y levaduras

Ya que no existe reglamentación en nuestro país sobre harinas elaboradas de insectos, se consultó con las especificaciones basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas, Harinas de trigo Fortificada, donde especifica los parámetros:

Cuadro 14. Parámetro microbiológico para Recuento de mohos y levaduras basadas en RTCA 67.01.15:07 Harinas

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de riesgo	Clase	n	C	m	M
Recuento Mohos y Levaduras	B	3	5	1	10 UFC/g	10 ³ UFC/g

Dentro del plan de muestreo de la normativa se puede observar que es de Riesgo tipo B: Comprende alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud. La clase es 3 (tres) lo que quiere decir que es un plan de muestreo por atributos, donde de acuerdo con los criterios microbiológicos puede dividirse en tres grados, “aceptable”, “medianamente aceptable”, y “no aceptable”. La clase aceptable tiene como límites “m” y “M”, y la no aceptable aquellos valores superiores a M.

“C” es la categoría de riesgo asociadas al alimento y al microorganismo como se muestra en el cuadro 13 del Reglamento Técnico Centroamericano.

Tomando como referencia el cuadro 9, podemos decir que la harina representa una clase de peligro: moderado, directo, difusión limitada y es de categoría 8, esta categoría se usa para parámetros microbiológicos que siendo considerados patógenos, en bajos niveles pueden aceptarse, tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*.

Por lo tanto, las pruebas realizadas a la muestra de harina de grillo con fecha 30/09/2019 de elaboración cumplen los requerimientos necesarios ya que presentan 0 UFC por ello se consideran aptas en el apartado para Recuentos de mohos y levaduras.

Limites:

El símbolo $m=$ es el criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

$M=$ criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

Salmonella

Para este tipo de producto no se cuenta con normativa salvadoreña para comparación; sin embargo, se compararon con las especificaciones basadas en el Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893, donde menciona que en varios Estados miembros ya se ha comenzado a criar insectos para producir proteína animal transformada derivada de ellos y otros productos derivados de insectos destinados a alimentos para animales de compañía. Esa producción se lleva a cabo conforme a los regímenes de control nacionales de las autoridades competentes de los Estados miembros en cuestión. Diversos estudios han demostrado que los insectos de granja podrían constituir una solución alternativa y sostenible a las fuentes convencionales de proteínas animales destinadas a la alimentación de animales de granja no rumiantes. La Comisión Europea estipula esta reglamentación para productos elaborados de insectos que sirven para alimentar a otros animales menos rumiantes debido a la naturaleza y peligrosidad del patógeno *Salmonella* se recomienda que demuestre "Ausencia". Por lo tanto, la muestra realizada a la harina de grillo con fecha 30/09/2019 de elaboración cumplen con este apartado ya que el resultado presento "Ausencia" del patógeno en el reporte de laboratorio.

Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli*

El Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893, menciona que las producciones de insectos se deben de llevar a cabo conforme a los regímenes de control nacionales de las autoridades competentes de los Estados miembros en cuestión. No hay reglamentación acerca de este análisis, pero por la naturaleza del producto se decide hacerlo; como se muestra en el cuadro 10 el *recuento de coliformes fecales* presento un resultado de 240 NMP/g este valor se encuentra en $m=$ es el criterio microbiológico por debajo del cual el

alimento no representa un riesgo para la salud. Esto quiere decir que no representa amenaza para la ingesta de los seres humanos; ahora bien, cabe destacar que esta harina se almacena por un tiempo de dos meses para conocer su vida anaquel y analizarla. Hay que analizar que la alimentación de los grillos no se podía desinfectar; solo limpiar con agua ya que estos insectos son susceptibles a restos químicos como el hipoclorito de sodio para la desinfección.

4.3 Formulación del producto.

En el cuadro 15, se presentan las formulaciones utilizadas para la elaboración del prototipo alimenticio; la primera fue diseñada con la sustitución de harina de trigo por harina de grillo en un 15%, la segunda fórmula de sustituyó la harina de trigo por la de grillo en un porcentaje de 25%.

Cuadro 15. Formulaciones e ingredientes para la elaboración de pan de grillo.

Ingredientes	Fórmula 1 (g)	Porcentaje %	Fórmula 2 (g)	Porcentaje %
Harina de trigo fuerte	578.33	52.20	510.29	46.06
Harina de grillo	102.05	9.21	170.10	15.33
Azúcar	20.00	1.80	20.00	1.81
Sal	20.00	1.80	20.00	1.81
Levadura	12.50	1.13	12.50	1.13
Agua	375 ml	33.85	375 ml	33.85

Proceso productivo.

Este producto fue elaborado de acuerdo con las especificaciones técnicas y de higiene establecidos por el investigador en este documento. La empresa o persona que desee reproducir este producto debe de asegurar y procurar la calidad e inocuidad del producto para su comercialización, cumpliendo con la normativa establecida en el Reglamento Técnico Centroamericanos (RTCA) para criterios técnicos y microbiológicos.

Se le han establecido las características físicas al producto las cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 16. Parámetros físicos del pan con harina de grillo.

Parámetros Físicos	Parámetros Microbiológicos*
Textura del producto semisólida y esponjosa, color marrón a café dependiendo de la proporción de harina de grillo.	No se realizó al prototipo

- Se sugiere realizar los análisis microbiológicos de producto terminado, cuando el producto se reproduzca o fabrique en una planta u empresa interesada para monitorear la producción.

Las características microbiológicas son las que se describen a continuación: tomadas de Reglamento Técnico Centroamericano (2017), el pan de grillo pertenece al Grupo 7. Subgrupo 7.1: Pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados.

Cuadro 17. Parámetros microbiológicos, establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano respecto al pan.

7.0 Grupo de Alimento: Pan y productos de panadería y pastelería. Incluye las categorías relativas al pan y los productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados y los productos de panadería fina dulces, salados y aromatizados.			
7.1 Subgrupo del alimento: Pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados.			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	B	≤3 NMP/g

4.4 Resultados Económicos

Los resultados de la metodología económica están basados en los costos que se tomaron en un ciclo de producción de 12 semanas, este tiempo fue determinado por un ciclo de vida de los grillos, ya que a esta edad llegan a su etapa adulta-joven. Los costos fueron divididos en dos etapas: la primera consistió en la recolección de los grillos, el establecimiento de la granja, alimentación y mantenimiento; segunda etapa es el proceso que toma llevar los grillos a convertirse en harina, y el bromatológico completo donde se determinó los valores proteicos, grasa, humedad, cenizas y fibra dietética. (Quisanga 2000)

La estimación del costo de producción de 1 libra de harina de grillo (*Acheta domesticus*) con una granja de 763 a 800 grillos aproximadamente, en un ciclo de 84 días. Los costos

de producción son incurridos en el establecimiento de la granja, alimentación, y mano de obra en 45 días donde estos alcanzan la edad adulta-joven llegando a su máximo peso. En el cuadro 18 se presentan los costos variables de recolección y establecimiento de la granja de grillos.

Los costos variables de la alimentación de los grillos según las diferentes dietas diseñadas de presentan en los cuadros 19, 20 y 21.

Cuadro 18. Costos variables de recolección y establecimiento de la granja de grillos.

Descripción	Categoría	Cantidad	Precio unitario USD \$	Total, USD \$
Recolección de grillos	Personal	1	0.84	0.84
Cajas plásticas	Insumo	3	12.00	36.0
Cartones de huevo	Insumo	12	0.10	1.2
Esponjas para agua	Insumo	4	0.25	1.00
Tapaderas plásticas para alimento	Insumo	4	0.05	0.20
Atomizadores	Insumo	1	1.00	1.00
Costo Total				40.24

Cuadro 19. Costos variables de alimentación con concentrado de tilapia etapa inicial combinado con lechuga.

Descripción	Medida	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Total USD\$
Concentrado etapa inicial de tilapia	Libras	2	1.25	2.50
Lechuga	Unidades	15	0.60	9.00
Total				11.50

Cuadro 20. Costos variables de alimentación con concentrado de tilapia etapa inicial combinado con zucchini

Descripción	Medida	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Total USD\$
Concentrado etapa inicial de tilapia	Libras	2	1.25	2.50
Zucchini	Unidades	10	0.35	3.50
Total				6.00

Cuadro 21. Costos variables de alimentación con concentrado de tilapia etapa inicial combinado con zanahoria.

Descripción	Medida	Cantidad	Precio Unitario USD\$	Total USD\$
Concentrado etapa inicial de tilapia	Libras	2	1.25	2.50
Zanahoria	Unidades	15	0.25	3.75
Total				6.25

Como se observa la Dieta de menor costo es en la que se utilizó el Zucchini con un total de \$6.00 y la de más alto costo es la dieta de la lechuga por un valor de \$11.50.

Los costos de mano de obra se determinaron mediante el salario mínimo mensual de El Salvador del sector industria y las horas trabajadas por día. Tomando en cuenta el ciclo de producción de 84 días.

Cuadro 22. Costos variables por mano de obra.

Unidad	Costos USD\$
Mensual	300.00
Diario	10.00
Por hora	0.42
Por 3 meses	70.56

Costo de inversión de un análisis bromatológico y microbiológico completo.

El análisis bromatológico completo fue realizado en el Laboratorio de química de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador donde ya se tienen los costos por análisis a realizar, el cual es de USD \$29.00. Este es un costo fijo que tiene la investigación.

El análisis microbiológico completo fue realizado en CENSALUD de la Universidad de El Salvador, donde ya se tienen los costos por análisis a realizar, el cual es de USD \$28.00. este es el segundo costo fijo que tiene la investigación ya que el precio del análisis será el mismo. Se clasifica como costo de inversión ya que este solo sea realiza una vez por lo cual no afecta el costo de producción.

Por ende, el costo para la producción de 1,000 grillos, tomando en cuenta la recolección y el establecimiento de la granja de grillo son los que se presentan a continuación según las diferentes dietas.

Cuadro 23. Costo total de producción, tomando en cuenta la recolección y el establecimiento de la granja de grillo para obtener 1 libra de harina.

Dietas	Costo de producción USD\$
Dieta 1: Lechuga	122.36
Dieta 2: Zucchini	116.8
Dieta 3: Zanahoria	117.05

Se observa en el cuadro 19 que la dieta 2: Zucchini, es la que representa el menor costo de producción; mientras que la dieta de Lechuga representa el mayor costo de producción; la diferencia de los costos en las dietas 2: zucchini y dieta 3: zanahoria es despreciable. estos costos se encuentran elevados debido a que la granja no se encontraba implementada.

Cuadro 24. Costo para implementación de la planta de producción de harina de grillo y de elaboración de pan.

Equipo	Categoría	Cantidad	Precio unitario USD \$	Total, USD \$
Horno deshidratador	Insumo	1	200	200.00
Molino de café	Insumo	1	15.00	15.00
Cocina	Insumo	1	20.00	20.00

Balanza	Insumo	1	15.00	15.00
Termómetro de cocina	Insumo	1	2.00	2.00
Ollas	Insumo	2	5.00	10.0
Moldes	Insumo	2	3.00	6.00
Colador	Insumo	1	1.00	1.00
Cucharas	Insumo	2	0.50	1.00
Costo Total				270

Para obtener el costo de producción de una libra de harina de grillo solo se tomó en cuenta el costo de producción de la dieta de lechuga ya que es la que apporto más proteína y se sumó el costo de mano de obra sin tomar en cuenta el equipo ya que anteriormente se calculó en los costos de implementación de la planta de procesamiento de harina de grillo y elaboración de pan.

Cuadro 25. Costos de materia prima utilizada en la elaboración de pan tipo baguett con harina de grillo *Acheta domesticus*.

Materia prima	Medida utilizada	Precio Unitario USD\$	Total, USD\$
Harina fuerte	510.29 g	0.50/lb	0.56
Harina de grillo	170 g	21.50 lb	8.0
Azúcar	20g	0.55 /lb	0.024
Sal	20 g	0.25/lb	0.011
Manteca	3 oz	1.51/lb	0.28
Levadura	12.5 g	1.70/125 g	0.17
Agua	375 ml	1.50/5 Gal	0.03
Total			9.07

El costo de producción de un pan de harina de grillo de 2 onzas es de \$0.38 de dólar si se comercializara con una ganancia del 35% el precio al público salvadoreño tendría que ser de \$0.51 de dólar.

5. Conclusiones

El grillo de la especie *Acheta domesticus* posee importantes elementos nutricionales por lo que puede ser una alternativa para la seguridad alimentaria eficiente y sostenible.

Los valores de proteína en porcentaje (%) están por debajo de los valores reportados por el autor Nakagaki (1986) en su estudio (Ver anexo Cuadro A-1); probablemente debido al aumento del metabolismo de los insectos en climas más cálidos.

La implementación de una crianza de grillo de la especie *Acheta domesticus*, es factible debido a que es una especie que se encuentra libre en ambiente para su captura y es de relativamente fácil manejo.

La dieta de alimentación de los grillos estadísticamente no presentó diferencias respecto al nivel de proteína corporal; sin embargo, la dieta influyo en el peso final de ellos; ya que la dieta alimenticia con lechuga obtuvo la mayor ganancia de peso mientras, la que género menor ganancia de peso fue la dieta alimenticia con zucchini.

El porcentaje de humedad obtenido al final del proceso de elaboración de harina, depende directamente de la dieta alimenticia administrada durante el desarrollo y crecimiento de los grillos de la especie *Acheta domesticus*.

Las humedades obtenidas al final de cada ensayo aún se encuentran en niveles altos para ser harina fortificada, según el Reglamento Técnico Centroamericano que menciona que la harina de trigo debe de contener un 15.5% de humedad. Lamentablemente no existen parámetros establecidos que sugieran la humedad adecuada.

La harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* es una harina fortificada ya que posee un 36.93% de proteína, excediendo los requerimientos exigidos por el Reglamento Técnico Centroamericano que menciona valores máximos 7% de proteína.

Microbiológicamente la harina de grillo no representa ningún peligro para la salud siempre y cuando se fabrique bajo condiciones de Higiene y Buenas prácticas de Manufactura (ver anexo A-6); además como esta harina se pretende que sea usada como materia prima para enriquecer otros alimentos el peligro de ocasionar daños a la salud disminuye por los diferentes procesos productivos para obtener otro alimento ya que es sometido a altas temperaturas.

Según los resultados obtenidos en este estudio, la vida de anaquel de la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus*, es mayor a tres meses a la generación y reproducción de hongos y levaduras.

Los costos de producción por libra de la harina de grillo producida de forma artesanal en promedio de \$9.07 lo cual es una alternativa económica importante para la población en déficit y riesgo nutricional.

6. Recomendaciones

Promover el consumo de productos elaborados con insectos en El Salvador, ya que contienen un alto nivel de proteína; minerales y aminoácidos esenciales que se requieren en la ingesta humana, y de esta forma pueden ser aceptados por la población.

Realizar análisis para detectar y cuantificar las cantidades de aminoácidos esenciales presentes en la harina de grillo.

Proporcionar alimentos balanceados a los grillos, cuidando que estos alimentos se encuentren libres de patógenos, ya que de eso depende los resultados microbiológicos.

Evaluar la factibilidad económica de producción a escala industrial del grillo de la especie *Acheta domestica* como una alternativa de negocio para producir alimentos funcionales, para la generación de fuentes de empleo e ingresos económicos.

Realizar un estudio de aceptación del producto de pan u otros prototipos de alimento agroindustrial elaborados con harina de grillo de la especie *Acheta domestica*.

Utilizar las Buenas prácticas de Manufactura a la hora del procesamiento para la obtención de harina de grillo *Acheta domestica* y los diferentes productos que se puedan elaborar de la harina.

Es necesario contar con el equipamiento mínimo necesario y apropiado para lograr obtener la calidad y características fisicoquímicas y organolépticas deseadas de la harina.

Para la comercialización y distribución de productos alimenticios elaborados de insectos es importante realizar análisis microbiológicos reportados en el Reglamento Técnico Centroamericano u otros reglamentos internacionales para garantizar su inocuidad; así como de las diferentes materias primas a utilizar.

Hacer investigaciones con otros insectos para poder implementar el consumo de estos en diferentes tipos de alimentos con el objetivo de enriquecer el nivel de proteína.

7. Bibliografía

- Adámková, A; Kourimská, L; Borkovcová, M; Kulma, M; Miček, J. 2016. Nutritional values of edible Coleoptera (*Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* and *Alphitobius diaperinus*) reared in the Czech Republic.
- Al-Qazzaz, M; Ismail, D; Akit, H; Idris, L. 2016. Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45, 518-523.
- Alexander, P; Brown, C; Arneth, A; Dias, C; Finnigan, J; Moran, D. 2017. Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security*. Consultado: 8 nov. 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001>
- Aumaitre, A. 1999. Quality and safety of animal products. *Livest*. 59: 113
- Belluco et al., 2013. Edible Insects in a Food Safety and Nutritional Perspective: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
- BEDCA (Base de datos española de composición de alimentos). 2018. España. Consultado: 3 nov. 2018. Disponible en: <http://www.bedca.net/>
- Blanco Miranda, D; Giraldo Carrillo, D. 2016. Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo *Acheta domesticus* como principal fuente proteica. Bogotá D.C. Colombia. 22p.
- Brown, C; Arneth, A; Dias, C; Finnigan, J; Moran, D; Rounsevell, A. 2017. Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use? *Global Food Security*. Consultado 27 de oct. 2018. Disponible en línea: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.04.001>
- Bukkens, S. 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. In: M. Paoletti (ed). *Ecological implications of minilivestock*. Science Publishers, Enfield (NH), USA: 546-577.
- Bukkens, S. 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*.
- Cave, R; Cordero, R; Peña, G. 2001. La vida fascinante y exitosa de los insectos. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Tegucigalpa, Honduras, C.A.

- Chavez, R; Ubidia, D. 2015. Elaboración y evaluación de la harina de grillo (*Acheta domesticus*) como sustituto de harina de pescado en dos líneas de trucha arcoíris (*oncorhynchus mykiss*) durante la etapa de alevinaje (en línea). Sangolquí, Ecuador. Consultado 24 de Sep. 2018. Disponible en línea: http://www.academia.edu/14137536/ELABORACION_Y_EVALUACION_DE_LA_HARINA_DE_GRILLO_Acheta_domesticus_COMO_SUSTITUTO_DE_HARINA_DE_PESCADO_EN_DOS_LINEAS_DE_TRUCHA_ARCOIRIS_Oncorhynchus_mykiss_DURANTE_LA_ETAPA_DE_ALEVINAJE
- Domínguez Rivero, R. 1998. Taxonomía I. Protura a homóptera claves y diagnosis. Chapingo, México. 131 p.
- EFSA Scientific Committee. 2015. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. EFSA Journal, 13(10), 1-60.
- Ekpo, K. 2011. Effect of processing on the protein quality of four popular insects consumed in Southern Nigeria. Archives of Applied Science Research, 37, 307-326.
- FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. Roma. 29p.
- FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Insects for food and feed. Consultado 26 jul.2019. Disponible en línea: <http://www.fao.org/edible-insects/en/>
- FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Edible insects: The future of food and agriculture – trends and challenges. Roma. Consultado 24 de Sep. 2018. Disponible en línea: www.fao.org/3/a-i6583e.pdf
- Fessler, D. Navarette, C. 2003. Meat is good to taboo: Dietary proscriptions as a product of the interaction of psychological mechanisms and social processes. Journal of Cognition and Culture 3: 1-40.
- Finke, M. D. 2007. Estimate of chitin in raw whole insects. Zoo Biology.
- Fotografía de grillo *Acheta domesticus*. Consultado 21 marz. 2019. Disponible en <https://www.milanuncios.com/reptiles/grillo-rubio-acheta-domesticus-215929891.htm>
- Gahukar, R. T. 2011. Entomophagy and human food security. International Journal of Tropical Insect Science, 31, 129-144

- Generación Z. 2016. Consultado 5 de febr. 2018. Disponible en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=9ILUceO2kYc>
- Google earth. 2018. Consultado 24 de Sep. 2018. Disponible en línea:
https://www.gosur.com/map/?satellite=1&search=%2Bearth%202018.--&lang=en&gclid=EAlalQobChMln_Xkm9SJ3wIVwUSGCh1zDwLOEAAYASAAEgIPafD_BwE
- Hotlix (2016). InsectNside™ Amber Sucker. Grover Beach, United States. Consultado 12 Agost. 2018. Disponible en:
http://hotlix.com/candy/index.php?route=product/product&path=97&product_id=82
- Huis, A; Itterbeeck, J; Klunder, H. 2013. Extracto de Edible insects: Future prospects for food and feed security. (en línea). Roma: FAO. Consultado 5 febr. 2019. Disponible en:
<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>
- Koga, R. 2006. Estudio del valor nutricional e identificación de los diferentes minerales que alberga el *Gryllus assimilis* (Orthoptera : Gryllidae).
- Kourimská, L., Adámková, A. 2016. Nutritional and sensory quality of edible insects. NFS Journal, 4, p. 22-26.
- Mendoza Laínez, E.2017. Influencia de diferentes dietas en la composición nutricional del insecto comestible *Tenebrio molitor* y estudio de su pardeamiento. Grado en innovación en procesos y productos alimentarios. Irala.
- Micronutris. (2018). (en línea). Consultado 27 de oct. 2019. Disponible en:
<https://www.micronutris.com/fr/accueil>
- Ministerio de salud Perú; Ministerio de salud Chile; Grupos de Alimentos de la Sociedad Española de Microbiología. 2009. RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). No. 243-2009. Marz. 12 p.
- Nakagaki, B. J.1986. Protein quality of the house Cricket, *Acheta domesticus*, when fed to Broiler Chicks. Poultry Science.
- Olivera. 2012. Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. Argentina. Rev. Chilena de Nutrición Vol.39, No.3, p. 18-25.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182012000300003

- Oonincx, D. (2017). Environmental impact of insect production. En *Insects as food and feed. From production to consumption* (p. 46-67). Laboratory of Entomology, Wageningen University and Research, PO. Box 16, 6700 AA Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Otte, D. 1994. *Orthoptera species file 1*. The Orthopterists society and the academy of natural sciences of Philadelphia. Philadelphia. USA.
- Parada Jaco, M. 2018. Reproducción y cuidado de insectos. (Entrevista). La Libertad, SV.
- Porter, R. 2015. Caring for feeder Crickets. General Manager of the Australian Reptile Park in NSW. Consultado en: 18 sept.2018. Disponible en: <http://www.reptilepark.com.au/>
- Portillo Rivera, E.2017. Estimación piloto de los costos en la producción y proceso de harina de grillo (*Acheta domestica*), como fuente de proteína para dieta humana, en la finca Santa Marta, Morazán, El Salvador. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras.
- Quisanga, F. M. 2000. Estimación de Costos de la Producción de. Tegucigalpa: Zamorano. Honduras.
- Ramos-Elorduy, J. 1984. Energy supplied by edible insects and their nutritional and ecological importance. 231 p.
- Ramos-Elorduy, J.2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana* (en línea) 45(3). Consultado en: 4 nov. 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42445304>
- Ramos-Elorduy, J. 2008. Energy supplied by edible insects from Mexico and their nutritional and ecological importance. *Ecology of Food and Nutrition*, 47, 280-297.
- Ramos-Elorduy, J; Pino, J.M; Correa, S.C. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie zoología*, 69, 65-104.
- RTCA. 2007. Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.15:07. Harinas. Harinas de trigo fortificada, especificaciones. Consultado en: 11 nov. 2019. Disponible en: http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/alimentos/RTCA_de_Harina.pdf
- Rumpold B. A; Schlüter O. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food*.

- Stoops J. Vanderweyer D. Crauwels S. Verreth C. Boeckx H. Van Der Borgh M. 2017. Minced meat-like products from mealworm larvae (*Tenebrio molitor* and *Alphitobius diaperinus*): microbial dynamics during production and storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 41, 1-9.
- UE. 2015. Reglamento del parlamento Europeo y del Consejo. Modificación del reglamento (UE) n°1169/2011 y se deroga el reglamento n°258/97. Diario oficial de la Unión Europea
- UE.2017. Reglamento de la Comisión Europea (UE) 2017/893. Diario oficial de la Unión Europea. Consultado en: 3 nov. 2019. Disponible en: <https://www.boe.es/doue/2009/229/L00001-00028.pdf>
- Universidad autónoma de Sinaloa. 2016. Acridofagia y otros insectos en donde se cuenta sobre la crianza, recolección, preparación, y consumo de chapulines, gusanos y hormigas y otros bichos para salvar el mundo. 2° Ed; México.
- Van House A; Escalante A. 2016. Acridofagia y otros insectos en donde se cuenta sobre la crianza, recolección, preparación, y consumo de chapulines, gusanos y hormigas y otros bichos para salvar el mundo. 2° Ed; México. 4 p.
- Wayback burgers. 2015. Cricket milkshake anyone?. Consultado en: 24 sept.2018. Disponible en: <https://waybackburgers.com/menu-offering/cricket-milkshake-anyone/>
- Yen, A. L. 2009. Edible insects: traditional knowledge or western phobia? (Special Issue: Trends on the edible insects in Korea and abroad.). *Entomol. Corea*.

8. Anexos



Figura A- 1. Identificación del grillo de la especie *Acheta domesticus* por medio del estereoscopio



Figura A- 2.Manchas en la cabeza del grillo que confirman la especie.

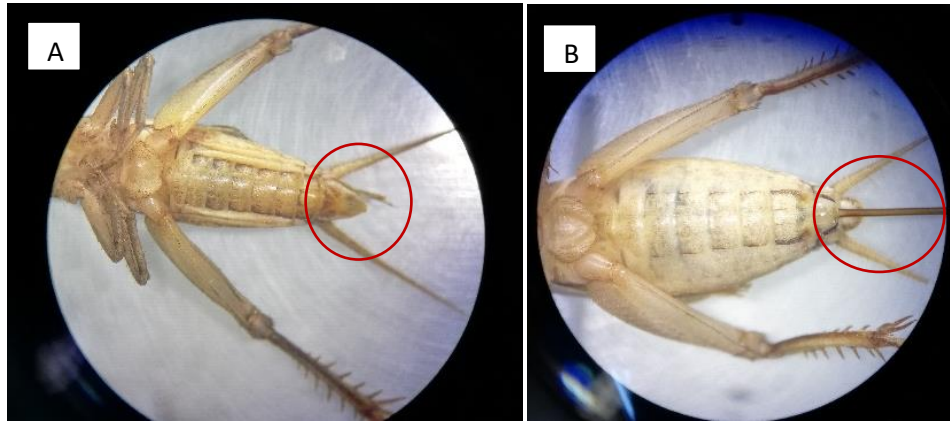


Figura A- 3. A. Órgano reproductor masculino; B. Órgano reproductor femenino.

Cuadro A- 1. Pesos obtenidos en gramos de grillos por cada dieta alimenticia.

N°	Lechuga	Zanahoria	Zucchini
	Peso (g)	Peso (g)	Peso (g)
1	0.8	0.4	0.3
2	0.5	0.6	0.3
3	0.4	0.6	0.6
4	0.7	0.6	0.8
5	0.8	0.7	0.5
6	0.4	0.4	0.7
7	0.3	0.5	0.4
8	0.5	0.8	0.8
9	0.7	0.6	0.3
10	0.9	0.4	0.6
11	0.7	0.4	0.7
12	0.8	0.7	0.8
13	0.4	0.6	0.4
14	0.4	0.4	0.6
15	0.6	0.6	0.3
16	0.8	0.6	0.6
17	0.7	0.9	0.7
18	0.9	0.5	0.5
19	0.8	0.4	0.6
20	0.6	0.6	0.3
	0.64	0.57	0.54

Cuadro A- 2. Cuadro de valores nutricionales del Orden: *Orthoptera*, según autor Nakagaki en 1986.

Análisis proximal	(%)	Perfil de aminoácidos	Mg/g de proteína
Proteína cruda	62	Lisina	56
Extracto etéreo	7.5	Histidina	26
Cenizas	4.6	Arginina	60
Fibra cruda	7	Ácido aspártico	88
Humedad	5.2	Treonina	35
Minerales		Serina	49
Fosforo	0.99	Ácido glutámico	117
Potasio	1.28	Prolina	62
Calcio	0.19	Glicina	59
Magnesio	0.11	Alanina	95
Azufre	0.59	Valina	60
	(ppm)	Metionina	15
Zinc	254	Isoleucina	42
Manganeso	64	Leucina	73
Hierro	155	Tirosina	41
Cobre	24	Fenilalanina	22
Aluminio	34	Triptófano	6
Sodio	9,200		

Anexo A- 8. Definición de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Definición de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Buenas prácticas de manufactura (BPM) Conjunto de directrices establecidas para garantizar un entorno laboral limpio y seguro que, al mismo tiempo, evita la contaminación del alimento en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización. Incluye normas de comportamiento del personal en el área de trabajo, uso de agua y desinfectantes, entre otros. Las BPM son una herramienta básica para obtener productos seguros para el consumo humano, ya que se basan en la higiene y la forma de manipulación de los alimentos por parte de las personas; son útiles para el diseño y el funcionamiento de los establecimientos. Son requisito para poder aplicar el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) de un programa de gestión de calidad o de un sistema de calidad ISO.

La implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), tiene como objetivo garantizar que la producción de cualquier alimento se realice en condiciones sanitarias adecuadas y los riesgos de contaminación se minimicen durante las diferentes etapas de producción, manteniendo controles continuos en las instalaciones e infraestructura de plantas, equipo y utensilios, controles de producción y proceso; y el personal.