



<https://revistaagrocienza.wordpress.com/>

DOI:10.5281/zenodo.10914458

Artículo de investigación

Prototipo agroindustrial de harina de *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) para consumo humano

Agroindustrial prototype of the *Acheta domesticus* flour (Orthoptera: Gryllidae) for human consumption

Medina-Milian, R.M¹, Rivas-Flores, A.W¹

RESUMEN

La investigación contiene experiencias en la implementación y mantenimiento de una crianza de grillos para la elaboración de harina de la especie *Acheta domesticus*. Para el análisis estadístico se obtuvieron los valores de proteína por medio de diferentes dietas suministradas a los grillos (D1: lechuga y concentrado de tilapia, D2: zanahoria y concentrado de tilapia, D3: zucchini y concentrado de tilapia). Donde se realizó 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. Se puede considerar como una harina fortificada, porque posee 36.93% de proteína. Para la metodología económica los costos se calcularon a una producción de 1,800 grillos por cada dieta alimenticia, donde la dieta de D1 reflejó el costo más bajo de producción con un valor de USD\$47.26 por kg producido; los precios de referencia en el mercado internacional para la comercialización de un kilogramo (kg) de harina a base de grillo son de USD\$193.00, por lo que la rentabilidad y beneficios nutricionales de este producto son altas. La vida de anaquel de la harina de grillo (*Acheta domesticus*) es mayor a tres meses tiempo durante el que no genera hongos ni levaduras.

Palabras claves: Grillo *Acheta domesticus*, análisis bromatológico, proteína cruda, análisis microbiológico.

ABSTRACT

The research contains experiences in the implementation and maintenance of a cricket rearing for the production of flour of the *Acheta domesticus* species. For the statistical analysis, protein values were obtained by means of different diets supplied to the crickets (D1: lettuce and tilapia concentrate, D2: carrot and tilapia concentrate, D3: zucchini and tilapia concentrate). Where a unifactorial analysis of variance (ANOVA) was performed to determine significant differences between the different food treatments ($\alpha=0.05$) according to the variation factors studied in each case. It can be considered as a fortified flour, because it has 36.93% protein. For the economic methodology, the costs were calculated at a production of 1,800 crickets for each food diet, where the diet of D1 reflected the lowest cost of production with a value of USD \$ 47.26 per kg produced; The reference prices in the international market for the commercialization of one kilogram (kg) of cricket-based flour are USD \$ 193.00, so the profitability and nutritional benefits of this product are high. The shelf life of cricket flour (*Acheta domesticus*) is greater than three months, during which time it does not generate fungi or yeasts.

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

1 Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
mitchi.mitchelle@gmail.com; andres.rivas1@ues.edu.sv

INTRODUCCIÓN

Se considera que alrededor de la mitad de la población mundial está insuficiente o inadecuadamente alimentada, tanto de energía (calorías) como de elementos nutritivos, entre los cuales tenemos las proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales que constituyen la dieta diaria (Van Huis 2016).

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 esenciales para una buena salud. Esta nueva alternativa se presenta en la entomofagia que consiste en la ingesta de insectos que son ricos en proteínas. Por ello, la entomofagia es practicada por distintas culturas en diversas partes del mundo (Ramos-Elorduy, *J. et al.*, 1998), muchos nutricionistas evalúan estos aportes como alimento. De todos los trabajos se concluye que la mayoría de los insectos analizados poseen, un contenido proteico superior al de la carne de vacuno. Esto, si bien no pareció aumentar su consumo para nutrición humana, arrojó nueva luz para la búsqueda de fuentes alternativas. En el mundo se comen cerca de 2,000 especies de insectos (Universidad Autónoma de Sinaloa 2016).

Se estima que a nivel mundial las personas consumen más de 1,900 especies, principalmente en África y Asia. Los más consumidos son los escarabajos (31%), orugas (18%), abejas y hormigas (14%). Después siguen los saltamontes, langostas y grillos (13%), cigarras, chicharritas, cochinillas y chinches (10%), libélulas (3%) y moscas (2%) (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 componente que se encuentra en mayor proporción en todos ellos es la proteína. Las proteínas de origen animales en general, tienen un mayor valor nutricional que las 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 la 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). Por tanto, 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).

La investigación consistió en producir un prototipo de harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* en etapa adulta como alternativa nutricional para el consumo humano, ya que es rica en proteínas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción general del estudio

El estudio se realizó durante el periodo comprendido entre los meses de mayo de 2019 a octubre de 2019, dividido en dos fases. Fase I: establecimiento y crianza de una granja de grillos de la especie *Acheta domesticus*, ahí los insectos fueron alimentados durante 12 semanas; se les administró tres tipos de dietas, todas tenían como base concentrado de tilapia, la diferencia radicó en el tipo de verdura que se le adicionó a cada una: lechuga, zanahoria y zucchini. Para alimentar a los grillos, estos se colocaron en cajas plásticas, se usaron tres para cada dieta, totalizando nueve. Las cajas plásticas se limpiaron constantemente de heces y mudas. Por otra parte, la cantidad de alimento que se les proporcionó dependió de las necesidades alimenticias de las ninfas de grillo, inicialmente se les proporcionó 15 g de concentrado de tilapia más 5 g de las diferentes verduras en estudio, esto por 2 semanas. Luego se les proporcionó 50 g de concentrado más 150 g de verduras en estudio; se aumentó la cantidad de alimento progresivamente a medida que las ninfas del insecto crecían, con el

intento de mantener una proporción constante de concentrado de tilapia y verduras.

La fase II: Se realizó en la planta de procesamiento de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en carretera al Puerto de La Libertad, Km 57, Cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador. Esta fase consistió en la elaboración de la harina de grillo, y de sus respectivos análisis bromatológicos y microbiológicos; así como el diseño de un prototipo alimenticio a base de grillo de la especie *Acheta domesticus*. Para la fabricación de la harina, se utilizaron tres cajas por cada dieta alimenticia, cada una contenía un promedio de 630 grillos. La preparación de la harina se realizó con la metodología recomendada por Generación Z de Costa Rica (2016), modificando ciertos procesos.

Comprobación de pérdida de humedad de los grillos *Acheta domesticus*

Una vez se recolectaron las muestras de grillos, se dejaron 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 dos horas para que entraran en una fase de adormecimiento o etapa de diapausa y posteriormente la muerte; para la estimación de la pérdida de humedad se procedió a pesar los grillos congelados por cada dieta alimenticia.

Los grillos se colocaron en una olla con agua a una temperatura aproximada de 60° C por 30 segundos, lo que bajo la carga microbiana y eliminó probables patógenos que posiblemente tengan por su naturaleza. Posteriormente se pasaron por un colador para escurrir el exceso de agua y poder secarlos, luego se colocaron en un deshidratador a 150°C por seis horas, donde se comprobó la pérdida de humedad por medio de la disminución de peso en los grillos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferencias de peso después del proceso de deshidratado de los grillos.

Dieta Alimenticia	Dieta 1			Dieta 2			Dieta 3		
Cantidad de grillos por caja	499	504	569	647	651	770	866	557	607
Peso inicial (g)	319.2	322.4	364.2	368.7	371.1	438.8	467.5	455.1	460.8
Peso después de 2 horas de deshidratado (g)	230.1	233.0	263.2	285.6	328.2	383.4	385.5	375.3	380.0
Peso después de 4 horas de deshidratado (g)	158.1	160.1	180.8	192.4	224.3	262.0	269.1	262.0	265.2
Peso final después de 6 horas de deshidratado (g)	105.6	105.3	114.3	136.4	152.8	168.4	148.1	182.9	185.2
Humedad (%)	33.08	32.66	31.38	36.99	41.17	38.38	31.68	40.18	40.18
Promedios de %Humedad	32.38			38.85			37.35		

Dieta 1: lechuga y concentrado de tilapia; Dieta 2: zanahoria y concentrado de tilapia y Dieta 3: zucchini y concentrado de tilapia.

Procesamiento de harina de grillo de la especie *Acheta domesticus*

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 sienta partículas grandes. En este estudio

no se midió el tamaño de partícula de la harina, porque no se contaba con el equipo adecuado.

Finalmente, después de la elaboración de la harina, se procedió a la formulación de un prototipo alimenticio para el consumo humano, con la implementación de buenas prácticas de procesamiento.

Metodología de laboratorio

Análisis bromatológicos

A la harina de grillo elaborada, se le realizaron un total de seis análisis bromatológicos, dos por cada dieta alimenticia, para determinar cuál aporta mayor cantidad de proteína cruda, humedad total, materia seca, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y carbohidratos solubles en agua (CHOS), estos análisis se realizaron en el Laboratorio del Departamento de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Análisis microbiológicos

Para estos análisis, se elaboraron harinas en diferentes fechas de producción y se analizaron con la finalidad de conocer los cambios de las características organolépticas y microbiológicas del producto y así establecer la vida de anaquel de la harina. Los análisis se desarrollaron en el Laboratorio de Microbiología y Biotecnología del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), Universidad de El Salvador. Se sometieron a dos análisis microbiológicos para conocer si la harina de grillo es apta para el consumo humano. Debido a que en El Salvador no existe reglamentación para este tipo de productos, se tomó con base a lo que establece el Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.15:07 Harinas, Harinas de Trigo Fortificadas Especificaciones (RTCA 2007), quienes establecen 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 se analizaron y compararon con los parámetros establecidos en dicho reglamento.

Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con los datos medios de los valores obtenidos de proteína por medio de las distintas dietas alimenticias suministradas a los grillos: D1: lechuga y concentrado de tilapia, D2: zanahoria y concentrado de tilapia, D3: zucchini y concentrado de tilapia. Dicho análisis se llevó a cabo mediante MINITAB 19 (Data Analysis, Statistical & Process Improvement Tools).

Se realizaron comparaciones de la proteína en los grillos con las dietas alimenticias de los inmaduros de los grillos, para garantizar que las muestras presenten distribución normal y homogeneidad en sus varianzas. Se reconoció igualdad de varianzas para el análisis, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Análisis económico

Para determinar el precio de producción de la harina de grillo, se utilizó la metodología de análisis de costos y beneficios, dicho producto será utilizado como materia prima en la elaboración de un prototipo alimenticio para consumo humano. Se estimó el costo de elaboración de la harina por cada dieta alimenticia que se les proporcionó a los grillos en la investigación y se eligió la que obtuvo menor costo de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valores promedio de peso de los grillos según su dieta alimenticia

Después de 12 semanas de la crianza de grillos (adulto - joven), se obtuvo de forma aleatoria los pesos de veinte ejemplares por cada dieta alimenticia, con esto se estimaron los pesos promedios. Los grillos que ingirieron la dieta alimenticia complementada con lechuga obtuvieron mayor peso (0.64 g), además, se observó que la lechuga es el alimento de media

aceptación por los grillos. Los insectos suplementados con zanahoria obtuvieron un valor de 0.57 g. En la crianza de grillos se observó que la dieta con mayor aceptación fue la complementada con zanahoria. Por otra parte, la alimentación con zucchini, correspondió al alimento con menor aceptación y obtuvo un valor de peso 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.

Estimaciones de pérdidas de humedad según dieta alimenticia

Las pérdidas de humedad de los grillos después de haber transcurrido seis horas (Cuadro 1), se encuentra que la dieta alimenticia con lechuga y concentrado de tilapia, obtuvo el mejor resultado al momento de deshidratación, ya que en promedio perdió el 32.38% de humedad. La dieta de zanahoria y concentrado de tilapia perdió un promedio de 38.85 % de humedad, la dieta de zucchini y concentrado de tilapia perdió en promedio un 37.35% de humedad. Por tanto, los grillos con dieta alimenticia de Lechuga perdieron mayor humedad en comparación a las demás dietas alimenticias.

Resultados de análisis bromatológico

El Reglamento Técnico Centroamericano, regula diversos productos de alimentos para consumo humano, y contempla que los insumos proteínicos comprenden productos compuestos principalmente de proteína de soja (categoría 12.9.1), resultados de cuajada de frijoles (categorías de alimentos 12.9.2, 12.9.3 y 12.9.4) y productos derivados de otras fuentes proteicas, por ejemplo, leche, cereales u hortalizas con categoría de alimentos (12.9.5) (RTCA 2005, 67.04.54:10). Debido a la limitante de este reglamento, se decidió compararla con la harina de trigo fortificado, ya que se elabora de un cereal y es un producto similar. En el Cuadro 2 se presenta la comparación a lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 2007, 67.01.15:07 Harinas de trigo con el parámetro de humedad de la

harina de grillo de la especie *Acheta domesticus*. Los valores son altos para todas las dietas en comparación del valor límite de humedad, el cual es 15.5% según reglamentación. Valores elevados de humedad en harinas favorecen el crecimiento y reproducción de microorganismos: los cuales reducen la vida de anaquel de los productos.

Cuadro 2. Requisitos físicos de conformidad a la variedad de trigo y los resultados obtenidos de humedad para cada dieta de grillo.

Determinaciones	Límite	Resultado	
Humedad, en porcentaje máximo en masa (m/m)	15.5%	Dieta 1	31.7%
		Dieta 2	40.24%
		Dieta 3	36.17%

Dieta 1: lechuga y concentrado de tilapia; Dieta 2: zanahoria y concentrado de tilapia y Dieta 3: zucchini y concentrado de tilapia.

Respecto al análisis bromatológico de proteína cruda y ceniza de la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus*, se realizó un promedio del total 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 (RTCA 2007), donde menciona que para que una harina sea llamada fortificada debe obtener un porcentaje de 7% de proteína (Cuadro 3).

Con esto se determina que el porcentaje de proteína que contiene la harina elaborada de grillo de la especie *Acheta domesticus* es mayor al de la de trigo; independientemente al tipo de alimentación que estos reciban. Las cenizas de los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original. En las muestras analizadas, se observó que el porcentaje de ceniza es alto en la harina de grillo de la especie *Acheta domesticus* en comparación con la harina de trigo; estos valores son

altos debido a que la determinación del contenido de cenizas sirve para obtener la pureza de algunos ingredientes que se usan en la elaboración de alimentos tales como: azúcar, pectinas, almidones, gelatina y minerales; además, para la elaboración de harina se utilizó el grillo completo con su exoesqueleto compuesto de quitina.

Análisis de varianza

El análisis de varianza, para determinar las medias de las distintas dietas alimenticias, arrojó resultados para los valores F y P, los cuales fueron de 6.95 y 0.075 respectivamente. Debido al valor $P > 0.05$, no es posible rechazar la hipótesis nula la cual establece que las medidas de la variable dieta alimenticia son iguales. La dieta alimenticia representativa que contiene mayor porcentaje de proteínas es la lechuga más concentrado de tilapia (Cuadro 4); las medias de

las muestras de las otras dietas no son representativas estadísticamente con un nivel de significancia del 5%.

Resultados de análisis microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos, realizados a la harina de grillo demuestran que los valores de Coliformes y *Escherichia coli*, disminuyeron después del segundo recuento, mientras que no se reportaron hongos, levaduras y *Salmonella* (Cuadro 5). Para El Salvador, no existe reglamentación acerca de este análisis en harinas de grillo, pero por la naturaleza del producto se aplicó el método de Número Más Probable (NMP), desarrollándose las pruebas confirmatorias de *Escherichia coli* y el valor es menor de 3.0 NMP/g (Cuadro 5); se destaca que esta harina se almacenó por seis meses para conocer su vida en anaquel y analizarla. Además, es probable que el valor de coliformes totales se encuentre en el

Cuadro 3. 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	Límite	Resultados
Proteínas, en porcentaje mínimo en masa (m/m), en base seca	7,0%	Dieta 1 36.96%
		Dieta 2 28.28%
		Dieta 3 23.09%
Ceniza, en porcentaje máximo en masa (m/m), en base seca	1,0%	Dieta 1 4.46%
		Dieta 2 4.50%
		Dieta 3 4.58%

Dieta 1: lechuga y concentrado de tilapia; Dieta 2: zanahoria y concentrado de tilapia y Dieta 3: zucchini y concentrado de tilapia.

Cuadro 4. Medias obtenidas de los resultados de proteína de las diferentes dietas.

Dieta Alimenticia	Muestras	Media	Desviación Estándar	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)

Dieta 1: lechuga y concentrado de tilapia; Dieta 2: zanahoria y concentrado de tilapia y Dieta 3: zucchini y concentrado de tilapia. Desviación Estándar agrupada = 3.15251

límite máximo por la cantidad de tiempo transcurrido y debido a que la alimentación de los grillos no se podía desinfectar (únicamente limpiar con agua), ya

que estos insectos son susceptibles a restos químicos como el hipoclorito de sodio para la desinfección.

Cuadro 5. Resultados microbiológicos de la harina de grillo procesada.

Determinación	Método	Resultados		Especificaciones
		1° Recuerdo	2 Recuento (4 meses después)	
Recuento de Coliformes Totales	Número más probable (NMP)	1,100 NMP/g	240 NMP/g	***
<i>Escherichia coli</i>	Número más probable (NMP)	<3.0 NMP/g	<3.0 NMP/g	***
Recuento de Hongos y Levaduras	Método de placa vertida	0 UFC/g	0 UFC/g	10 ³ UFC/g*
<i>Salmonella spp.</i>	Método ausencia/presencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia/25 g**

Salmonella

La Comisión Europea estipula esta reglamentación en productos elaborados de insectos que sirven para alimentar a otros animales (menos rumiantes), debido a la naturaleza y peligrosidad del patógeno. En *Salmonella* se recomienda que se demuestre “Ausencia” en los productos analizados para consumo animal. Por lo tanto, las muestras realizadas a las harinas de grillo en el 1° y 2° recuento de *Salmonella* (Cuadro 5), cumplen con este apartado, ya que presentó “Ausencia” del patógeno en el reporte de laboratorio.

Recuento de hongos y levaduras

Debido a que no existe reglamentación en El Salvador, sobre la elaboración de harinas a base de insectos, se consultó con las especificaciones basadas en RTCA 2007, 67.01.15:07 Harinas, Harinas de trigo Fortificada, donde especifica los parámetros. Dentro del plan de muestreo de la normativa, se puede observar que es de RIESGO TIPO B (Cuadro 6): 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 que 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 (m = 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). La categoría de riesgo “C”, está asociada al alimento y al microorganismo como se muestra en el Cuadro 7 del Reglamento Técnico Centroamericano.

Esto quiere decir que la harina representa una clase de peligro: moderado, directo, difusión limitada y es de Categoría 8, y se usa para parámetros microbiológicos que siendo considerados patógenos en bajos niveles, pueden aceptarse. Por lo tanto, los análisis realizados a la muestra de harina de grillo en el 1° recuento y cuatro meses después en el 2° recuento de hongos y levaduras, cumplen los requerimientos necesarios (0 UFC) (Cuadro 5). “Categoría” es el riesgo asociado al alimento y al microorganismo, como se muestra en el Cuadro 7 del Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 2007).

Cuadro 6. Parámetro microbiológico para Recuento de mohos y levaduras basadas en RTCA 2007, 67.01.15:07 Harinas

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

n=número de muestras que se requieren para realizar el análisis microbiológico; C=número de muestras que pueden contener al patógeno o microorganismo; m=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.

Cuadro 7. Clase de peligro y categoría de riesgo según RTCA 2007.

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	Categoría 2	Categoría 3
	3 clases	3 clases	3 clases
	n = 5 c = 3	n = 5 c = 2	n = 5 c = 1
Peligro para la salud bajo indirecto.	Categoría 4	Categoría 5	Categoría 6
	3 clases	3 clases	3 clases
	n = 5 c = 3	n = 5 c = 2	n = 5 c = 1
Moderado, directo, difusión limitada.	Categoría 7	Categoría 8	Categoría 9
	3 clases	3 clases	3 clases
	n = 5 c = 2	n = 5 c = 1	n = 5 c = 1
Grave, directo, directo, difusión potencialmente extensa.	Categoría 10	Categoría 10	Categoría 10
	2 clases	2 clases	2 clases
	n = 5 c = 0	n = 5 c = 0	n = 5 c = 0

Prototipo alimenticio

Se realizó un prototipo alimenticio, que consistió en la elaboración de pan Baguette horneado y fabricado artesanalmente, formulado de la combinación de ¾ de harina de trigo,

¼ de harina de grillo (*Acheta domesticus*), azúcar, sal, levadura y agua. Se ofreció a diferente público para comprobar que se puede utilizar harina de insecto en el enriquecimiento de alimentos y obtener mayor porcentaje de proteína en la alimentación, pero no se realizaron encuestas ni estudios de aceptación del producto, ya que no era parte del objetivo de la investigación.

Resultados de análisis económico

Los resultados del análisis económico están basados en los costos de la elaboración de la harina de grillo. Los costos fueron divididos en dos etapas: la primera consistió en la alimentación en un ciclo de producción de doce semanas, tiempo que fue determinado por el ciclo de vida de los grillos, ya que a esta edad llegan a su estado adulto-joven; la segunda etapa consistió en el proceso que toma llevar los grillos a convertirse en harina (Quisanga 2000).

Los costos fueron calculado a una producción de 1,800 grillos por cada dieta alimenticia (cuadro 8), observándose que D1 refleja el costo más bajo de

producción (USD\$ 47.26); mientras que la dieta D3 es la que presenta un valor de mayor (USD\$ 64.57). En el mercado internacional, el precio de referencia para la comercialización de la harina elaborada de grillo es de USD\$ 9.65 los 0.05 kg; por lo tanto, el

valor de comercialización para un kilogramo es de USD\$ 193.00, esta referencia se encuentra en Exotic Food 2020 (Insectos comestibles España) y pone de manifiesto la rentabilidad para su comercialización.

Cuadro 8. Costos totales de alimentación y producción de harina de grillo *Acheta domesticus*, según dieta alimenticia.

	Cantidad de Harina producida según dieta alimenticia		
	Dieta 1 (373.02 g)	Dieta 2 (398.60 g)	Dieta 3 (363.04 g)
Alimento vegetal (10570 g)	\$ 5.29	\$ 6.87	\$ 11.10
Concentrado de tilapia etapa inicial (3710 g)	\$ 8.20	\$ 8.20	\$ 8.20
Sub total	\$ 13.48	\$ 15.07	\$ 19.30
Tiempo de uso del deshidratador (6 h)		\$ 3.90	
Tiempo de uso de molino (1 h)		\$ 0.14	
Tiempo de uso de refrigerador (2 h)		\$ 0.23	
Sub total		\$ 4.27	
Costo de procesamiento de la Harina	\$ 17.75	\$ 19.34	\$ 23.57
Costo por kilogramo	\$ 47.26	\$ 48.19	\$ 64.57

Dieta 1: lechuga y concentrado de tilapia; Dieta 2: zanahoria y concentrado de tilapia; Dieta 3: zucchini y concentrado de tilapia. Nota: Los costos sobre el uso de equipos para la elaboración de la harina se calculó mediante el precio máximo vigente para el suministro eléctrico a partir del 01 de enero de 2020 (USD\$0.156/Kwh). No se tomaron en cuenta los costos de implementación de la planta de producción y el pago de mano de obra.

CONCLUSIONES

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

La dieta de los grillos, no presentó diferencias estadísticas respecto al nivel de proteína corporal; sin embargo, el tipo de comida influyó en el peso final de ellos, porque que la dieta con lechuga, obtuvo la mayor ganancia de peso; mientras que el alimento con zucchini, resultó con menor ganancia de peso.

La harina de grillo *Acheta domesticus*, se puede considerar como harina fortificada ya que posee un 36.93% de proteína, excediendo los requerimientos exigidos por el Reglamento Técnico Centroamericano que menciona valores máximos de 7% de proteína.

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 contener un 15.5% de humedad. Además, el porcentaje de humedad que se obtuvo al final del proceso de elaboración de harina de grillo, depende directamente de la dieta alimenticia administrada durante el desarrollo y crecimiento de *Acheta domesticus*.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Brown, C; Arneith, 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>
- Exotic Food. 2020. Exotic Food. Insectos Comestibles España. Málaga, España. Consultado 8 nov. 2019. Disponible en línea: <https://www.exoticfood.es/p4159678-harina-de-grillo-50gr.html>
- 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). 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
- Generación Z. 2016. Consultado 5 de febr. 2018. Disponible en línea: <https://www.youtube.com/watch?v=9ILUceO2kYc>
- Huis, A; Itterbeek, 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>
- 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. Iraila.
- Minitab. 2019. Programa estadístico para Agrónomos. Consultado en: 23 nov. 2019. Disponible en: <https://www.minitab.com/es-mx/downloads/>
- Nakagaki, B.J. 1986. Protein quality of the house Cricket, *Acheta domesticus*, when fed to Broiler Chicks. *Poultry Science*.
- Quisanga, F.M. 2000. Estimación de Costos de la Producción de. Tegucigalpa: Zamorano. Honduras.
- 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
- RTCA. 2005. Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. Consultado en: 12 feb. 2019. Disponible en: <https://www.mspas.gov.gt/images/files/drca/normativasvigentes/RTCAAditivosAlimentarios.pdf>
- Rumpold B. A; Schlüter O. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food*.
- 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.
- UE. 2015. Reglamento del parlamento Europeo y del Consejo. Modificación del reglamento (UE) No. 1169/2011 y se deroga el reglamento No. 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>
- 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. 4p.
- Yen, A. L. 2009. Edible insects: traditional knowledge or western phobia? (Special Issue: Trends on the edible insects in Korea and abroad.). *Entomol. Corea*.