

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS



Caracterización de la harina de grillo común (*Acheta domestica*)
y el estudio de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y
sensoriales al introducirla en una crema de cacao saludable.

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Junio de 2018

Autor: Iván Pérez Horcajo

Tutor: Manuel Viuda-Martos

Caracterización de la harina de grillo común (*Acheta domestica*) y el estudio de las propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales al introducirla en una crema de cacao saludable.

RESUMEN

Los insectos están empezando a ser revalorizados en los países desarrollados debido a adecuado perfil nutricional y sus costes de producción. En la actualidad, desde la entrada en vigor del Reglamento (EU) 2283/2015, los insectos están teniendo mayor visibilización, incluso algunas cadenas de supermercados han puesto productos con ellos. El presente trabajo pretende caracterizar la harina de grillo común y estudiar como varía una crema de cacao saludable a medida que aumenta la concentración de harina de grillo.

Palabras clave: harina de grillo, consumo de insectos, insectos comestibles, composición química, actividad antioxidante, propiedades fisicoquímicas y propiedades tecno funcionales.

ABSTRACT

Insects are beginning to be revalued in developed countries due to their adequate nutritional profile and production costs. At present, since the entry into force of Regulation (EU) 2283/2015, insects are becoming more visibility and some supermarket chains have even placed products with them. The aim of this paper is to characterize cricket flour and to study how a healthy cocoa cream varies as concentration of cricket flour increases.

Keywords: cricket flour, insect consumption, edible insects, chemical composition, antioxidant activity, physicochemical properties and technofunctional properties.

Índice de contenidos

1. Introducción	9
1.1. Historia del consumo de insectos	9
1.2. Consumo de insectos a nivel mundial	10
1.3. Composición de los insectos	12
1.4. Seguridad de los alimentos con base de insectos	13
1.5. Beneficios del consumo de insectos	15
1.6. Grillo Común (<i>Acheta domestica</i>)	17
1.6.1. Características generales	17
1.6.2. Composición	18
1.7. ¿Por qué una crema de cacao?	19
2. Objetivos	22
3. Materiales y métodos	24
3.1. Materias primas	24
3.2. Obtención de la crema	30
3.2.1. Diagrama de flujo	30
3.2.2. Descripción del procedimiento	31
3.2.3. Formulaciones	33
3.3. Rendimiento de la harina	34
3.4. Composición química de la harina de grillo <i>Acheta domestica</i>	34
3.4.1. Humedad	34
3.4.2. Proteínas	35
3.4.3. Grasa total	35
3.4.4. Glúcidos totales	35
3.4.5. Cenizas	35
3.5. Composición química de la crema de cacao	36
3.5.1. Humedad	36
3.5.2. Proteínas	36
3.5.3. Grasa total	36

3.5.4.	Glúcidos totales	36
3.5.5.	Cenizas	37
3.6.	Propiedades tecno-funcionales de la harina de grillo <i>Acheta domesticus</i>	37
3.6.1.	Capacidad de retención de agua (CRA)	37
3.6.2.	Capacidad de retención de aceite (CRO).....	37
3.6.3.	Hinchamiento	38
3.7.	Propiedades fisicoquímicas de la harina de grillo <i>Acheta domesticus</i>	38
3.7.1.	Actividad de agua	38
3.7.2.	pH.....	38
3.7.3.	Color	39
3.8.	Capacidad antioxidante	39
3.8.1.	Extracción de los compuestos antioxidantes	39
3.8.2.	Actividad antioxidante utilizando el método del radical 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	40
3.8.3.	Poder antioxidante por reducción del ion férrico (FRAP)	41
3.8.4.	Capacidad quelante del ion ferroso (FIC)	41
3.9.	Propiedades fisicoquímicas de las cremas de cacao	42
3.9.1.	Actividad de agua	42
3.9.2.	pH.....	42
3.9.3.	Color	43
3.9.4.	Textura.....	43
3.10.	Análisis sensorial	44
3.10.1.	Prueba hedónica.....	44
3.10.2.	Prueba de ordenación	46
3.10.3.	Índice R	46
3.11.	Estudio de consumidores	48
3.11.1.	Encuesta sobre el consumo de alimentos saludables y neofobia alimentaria	48
3.11.2.	Encuesta sobre la opinión de una crema con harina de grillo	50
3.11.3.	Información general del consumidor/a.....	51
3.12.	Método estadístico	52
4.	Resultados y discusión	54
4.1.	Harina de Grillo	54
4.1.1.	Rendimiento	54

4.1.2.	Composición	54
4.1.3.	Propiedades tecno-funcionales	55
4.1.4.	Propiedades fisicoquímicas	57
4.1.5.	Capacidad antioxidante	57
4.2.	Crema de cacao.....	58
4.2.1.	Composición química	58
4.4.2.	Propiedades físico-químicas	59
4.3.	Análisis sensorial.....	62
4.3.1.	Prueba hedónica.....	62
4.3.2.	Escala JAR.....	65
4.3.3.	Prueba de ordenación	67
4.3.4.	Prueba de Índice R.....	68
4.4.	Estudio de consumidores.....	69
5.	Conclusiones.....	73
6.	Referencias bibliográficas	75



Índice de ilustraciones

Figura 1. Biozonas del planeta	11
Figura 2. Mapa del mundo según el número de especies consumido por país.....	12
Figura 3. grillo común Acheta domesticus	18
Figura 4. Harina de grillo Acheta domesticus.	24
Figura 5. Grillos sacrificados.....	25
Figura 6. Grillos dispuestos para ser liofilizados.	26
Figura 7. Liofilización de grillos.	27
Figura 8. Grillos liofilizados antes de ser molidos.	28
Figura 9. Grillos molidos.....	29
Figura 10. Diagrama de flujo para la producción de la crema de cacao con harina de grillo	31
Figura 11. Cremas de cacao. M0, M5 y M10 de izquierda a derecha.	33
Figura 12. Cremas de cacao. M0, M5 y M10 de izquierda a derecha.	34
Figura 13. Extracto de compuestos antioxidantes de harina de grillo.....	40
Figura 14. Análisis de textura de las cremas de cacao	44
Figura 15. Perfil sensorial de las cremas de cacao	64
Figura 16. Prueba hedónica con escala JAR de las muestras de crema de cacao. Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras. ($P < 0,05$).....	65
Figura 17. Gráfica de los datos sobre el interés de consumo de alimentos saludables	69
Figura 18. Gráfica de los datos sobre neofobia alimentaria	70
Figura 19. Opinión sobre una crema de cacao con harina de grillo.....	71



Introducción

1. Introducción

1.1. Historia del consumo de insectos

A pesar de que el consumo de insectos como alimentos se da en unas zonas específicas del planeta en la actualidad, a nivel histórico han tenido gran relevancia.

Los insectos han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la humanidad alimentando a las crías de los primeros homínidos (Sutton, 1990). Según registros fósiles los insectos eran normalmente utilizados y procesados para su consumo humano (Fenenga y Fisher, 1978; Elias, 2010).

Una evidencia paleolítica del uso de insectos en la alimentación es la presencia de una estructura con forma de panal y otra con forma de escalera en una pintura rupestre en la cueva de Altamira, dando a entender que la recolección de miel ya se realizaba hace unos 10.000 años (Bellés, 1997). También hay evidencias de Mesopotamia de la recolección de miel.

Desde el año 3600 AD y el 500 DC nos encontramos con numerosas referencias bibliográficas. En el Antiguo y Nuevo Testamento hay referencias del consumo de insectos cuando se describe el “manna” en el Éxodo, el cual fue proporcionado a los judíos para cruzar el desierto. Este “manna” se refería a una excreción de un tipo de cochinilla que actualmente las personas de medio este sigue recolectando y consumiendo con el nombre de “man” (Kritsky, 1997; Buzzi y Miyazaki, 1993; Hölldobler y Wilson, 1994). A su vez, en el Talmud, hay numerosas referencias del consumo de langostas y su recolección como alimento (Zivotofsky, 1996).

En la región del Pacífico Asiático se utilizan a los insectos desde hace 3200 años (Yi et al. 2010) Un ejemplo es el consumo del gusano de seda como subproducto de la industria textil, los cuales eran considerados una delicia en Korea y Japón, llegando incluso a ser exportados a otros países (DeFoliart, 1989).

En la Mesoamérica prehistórica, antes de la invasión española, el alimento era muy heterogéneo y los insectos eran una importante fuente de proteína animal (Wicke,

1982). Tras la conquista española, estos alimentos se fueron perdiendo debido a la connotación negativa dada por los invasores (Ramos-Elorduy y Pino Moreno, 1989).

Actualmente el consumo de insectos es practicado por una gran cantidad de culturas alrededor del mundo. Algunos ejemplos son el consumo de larvas por los aborígenes australianos (FAO, 2012), termitas en el África Subsahariana o los saltamontes (chapulines) en México.

La mayor o menor aceptación del consumo de insectos se debe sobre todo a cuestiones culturales y a hábitos alimenticios. En los últimos años, debido a la gran cantidad de personas que poblamos el planeta Tierra y a los grandes costos de producción ganadera, diferentes organizaciones (FAO), están intentando empezar a normalizar el consumo de insectos a nivel mundial.

1.2. Consumo de insectos a nivel mundial

Actualmente se desconoce a ciencia cierta el número de especies de insectos que pueden ser consumidos (Yen, 2015), esto nos indica un gran potencial a la hora de desarrollar nuevas fuentes de alimentos. Hay referenciadas, aproximadamente, un millón de especies distintas de insectos y se estima que hay entre 4-30 millones de especies en el planeta (Costa Neto et.al., 2003)

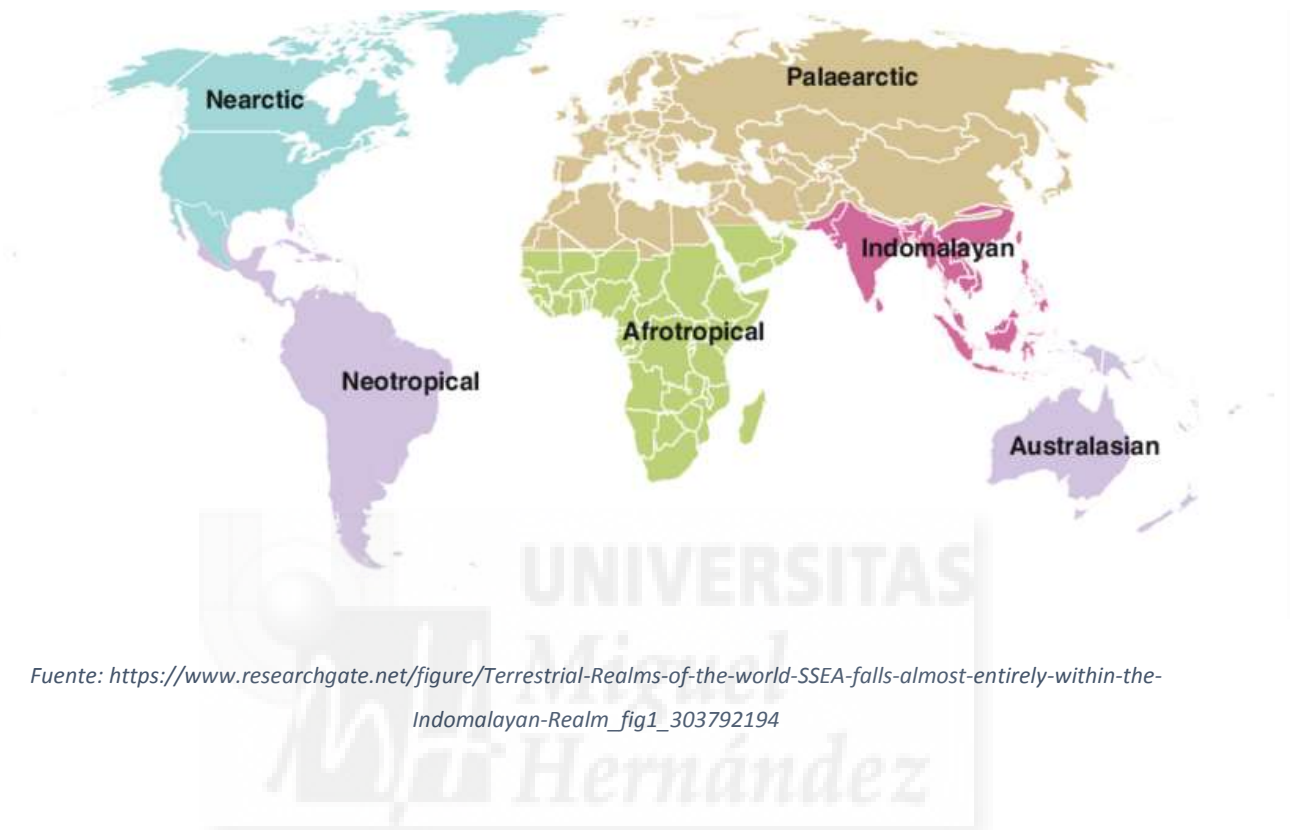
Se han determinado los insectos consumidos en las determinadas biozonas del planeta representadas en la **Figura 1**. Se han estimado las siguientes especies:

- Biozona Neotropical: 523 especies
- Biozona Oriental: 324 especies
- Biozona Palearctica: 290 especies
- Biozona Neártica: 72 especies
- Biozona Australiana: 56 especies

Se puede ver en la **Figura 2**, cómo es en los trópicos donde mayor cantidad de especies comestibles hay. Esto es debido a que las mayores temperaturas permiten una mayor

difusión el oxígeno a través del sistema respiratorio traqueal de los insectos (Kirkpatrick, 1957). Esto les permite crecer más, lo que hace que su recolección sea más fácil.

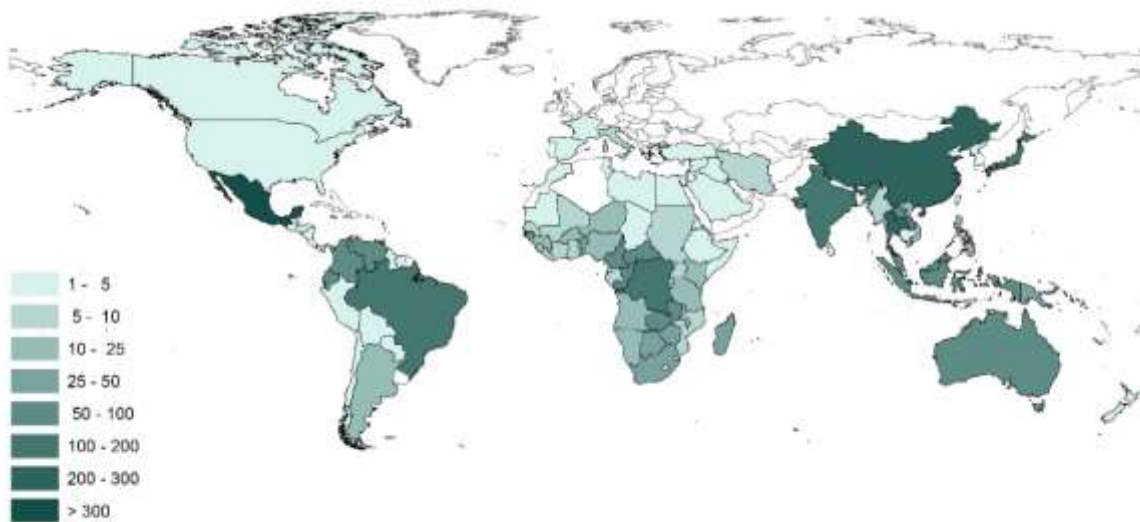
Figura 1. Biozonas del planeta



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Terrestrial-Realms-of-the-world-SSEA-falls-almost-entirely-within-the-Indomalayan-Realm_fig1_303792194

De los insectos comestibles, las especies más comunes son: Coleópteros, Lepidópteros, Himenópteros y Ortópteros.

Figura 2. Mapa del mundo según el número de especies consumido por país.



Fuente: https://www.wur.nl/upload_mm/8/6/5/81d32d6d-4bc7-43bd-8149-59d65904cc35_geodata_edible_grH300.jpg

1.3. Composición de los insectos

El trabajo realizado por Rumpold y Schlüter (2013) es uno de los más extensos y en él se detalla la composición de multitud de especies de insectos. Se aprecia como varía tanto entre las diferentes especies como según en la fase de vida en que se encuentre. Las larvas tienen un mayor nivel de grasa que los animales adultos.

Con respecto a la fibra hay una gran variedad de medidas, desde el 5,06% de los Isópteros al 13,56% de los Hemípteros. Hay que destacar que esta fibra está formada por quitina procedente del exoesqueleto. Los carbohidratos distintos de la fibra van desde el 4,63% del género Odonata hasta el 22.84% de los Isópteros.

En las cenizas las medidas van del 2,94% para las especies del género Blattodea hasta el 10,31% para las especies del género Diptera.

Las proteínas suponen el principal componente de estos animales, con valores de entre el 35,34% y el 61,32%. Esta proteína tiene en la mayoría de las especies todos los aminoácidos esenciales según las indicaciones de la OMS. Específicamente los insectos del género Ortoptera, en el cual se incluye el grillo común, son ricos en proteínas de alta calidad.

Las grasas suponen el segundo nutriente en mayor proporción. Su concentración varía tanto entre especies como entre el ciclo de vida en que se encuentren; pero se puede decir que están entre el 3,41% y el 33,44%. Su composición en ácidos grasos es muy variada. Con respecto a los ácidos grasos saturado las medidas se encuentran entre el 30,83 y el 41,97%. Los MUFA se encuentran entre 22 y el 48,86% y los PUFA entre el 15,95 y el 39,76%. Dentro de los principales ácidos grasos monoinsaturados se tiene el ácido palmitoleico y oleico; en los poliinsaturados destacan ácido linoleico, ácido linolénico, ácido araquidónico y ácido eicosapentaenoico (EPA).

La cantidad energética es sustancialmente mayor que la de otros alimentos, estando la mayoría de las especies en un rango de 409,78 a 508,89 Kcal/100g de materia seca. Este aumento energético es debido a la mayor concentración de nutrientes, como grasas y proteínas.

En los micronutrientes (vitaminas y minerales) se ve más disparidad. Se puede destacar su alto contenido en hierro (mayor que en la carne), zinc (sobre todo en el género Ortóptero), magnesio y cobre. Dentro de las vitaminas es de destacar que son ricos en riboflavina, ácido pantoténico y biotina. No son una buena fuente de vitamina A, C, niacina ni tiamina.

1.4. Seguridad de los alimentos con base de insectos

No hay que olvidar que al ser un alimento muy rico en nutrientes puede ser un buen medio de proliferación para microorganismos (Klunder et al., 2012). Otro aspecto importante es la aparición de pesticidas, ya que en países donde se recogen los insectos del campo es usual que tengan restos de pesticidas u otros contaminantes. Un ejemplo

de esto es el caso observado en Oxaca, México, donde los saltamontes rojos recogidos cerca de zonas de minería tenían altas concentraciones de plomo (Handley, 2007).

Una buena forma de solucionar estos aspectos de seguridad sería con la aplicación de un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) para mantener la seguridad en el procesado.

Los aspectos más relevantes al consumo de insectos son la seguridad microbiológica, toxicidad a determinadas especies, contaminación inorgánica y alergias.

Con respecto a la seguridad microbiológica, los insectos, como cualquier ser vivo, están asociados a una serie de microorganismos de manera natural, si estos son recogidos del campo e introducidos en una granja pueden llegar a transmitir la contaminación a los demás animales (Vega y Kaya, 2012). A pesar de que esta contaminación pueda darse, al estar estos patógenos presentes en los insectos tan separados taxonómicamente de los humanos pueden ser considerados inofensivos. Un ejemplo se da en el género *Bacillus*, con *B. thuringiensis* en los insectos y *B. anthracis* en vertebrados, los cuales tienen diferencias en los ciclos de vida (Jensen et al., 1977).

Giacone (2005) analizó la microbiota de cinco insectos entre los que estaba la especie *Acheta domesticus*. En él, no se encontró ni *Salmonella* ni *Lysteria monocytogenes*, concluyendo que es poco probable que este tipo de alimento suponga un riesgo elevado para los humanos.

Para finalizar con este apartado destaca que se han encontrado péptidos bioactivos con capacidad antimicrobiana, los cuales ayudaban a inhibir el crecimiento de determinados patógenos alimentarios (Hou et. al, 2007).

La toxicidad asociada al consumo de distintos insectos es otro punto a tener en cuenta a la hora de su comercialización. Algunos insectos pueden tener sustancias nocivas que causen problemas de salud al consumirlos. Esto es lo que se dio en el Suroeste de

Nigeria, donde el consumo estacional del gusano de la seda *Anaphe venata* causó casos de síndrome de ataxia. Esto fue debido a que este insecto posee tiaminasa, degradando la tiamina, que junto a la dieta pobre en esta vitamina hacía que fuese inevitable la aparición de esta patología (Adamolekun, 1993; Adamolekun, et. al, 1997)

Al analizar la contaminación inorgánica, Vijver *et al.* (2003) realizó un trabajo con el gusano amarillo de la harina (*Tenebrio molitor*) donde encontró que presentaban acumulaciones de cadmio y plomo cuando habían sido alimentados con materia orgánica de suelos que los contenía.

También hay que destacar que tras cada muda o metamorfosis los insectos pierden parte de esa acumulación de metales (Lindqvist y Block, 1995).

Por último, los alérgenos son otro aspecto de importancia a la hora de introducir la entomofagia a la población actual. Debido a su gran cantidad de proteínas pueden dar lugar a alergias en personas sensibles sobre todo cuando la exposición a estos animales es prolongada. Algunos estudios han establecido que las personas con un elevado contacto con *T. molitor* tienen más probabilidad de desarrollar alergia (Senti *et. al.*, 2000; Siracusa *et al.*, 2003). De todas formas, para la gran mayoría que no presente ningún tipo de alergia hacia los artrópodos puede ser consumidos de este tipo de alimentos.

1.5. Beneficios del consumo de insectos

El consumo de insectos tiene beneficios tanto directos como indirectos para el ser humano. Dentro de los directos se debe destacar el alto contenido proteico, el aporte de fibra (quitina) y a presencia de péptidos bioactivos con capacidad antioxidante. En los indirectos están los beneficios medioambientales como el menor consumo de agua y una menor emisión de gases de efecto invernadero.

A nivel medio ambiental la cría y el consumo de insectos tiene gran cantidad de ventajas entre las que destacan:

- a) Ratio de conversión. Según Smil (2002) para obtener un kilogramo de pollo, cerdo o ternera se requieren 2,5, 5, y 10 kilogramos de pienso respectivamente. Para obtener un kilogramo de grillo son únicamente requeridos 1,7 kg de pienso (Collavo et al., 2005).
- b) Gases de efecto invernadero. La ganadería supone el 18% de las emisiones de los gases de efecto invernadero (Steinfeld *et al.*, 2006). Al comparar estas cifras con las emisiones de la crianza de insecto se puede destacar que estos últimos tienen una emisión 100 veces menor (Oonincx *et al.*, 2010). A su vez, los desperdicios generados como el estiércol y la orina del ganado pueden iniciar una nitrificación y acidificación de los suelos (Aarnink *et al.*, 1995).
- c) Uso de agua. El agua es un factor esencial tanto para la ganadería como para la agricultura. La agricultura supone un 70% del uso del agua fresca del mundo. Chapagain y Hoekstra (2003) estimaron que para producir un kilogramo de pollo, cerdo o vacuno se requieren 2300, 3500 y 22000 litros de agua respectivamente. La cantidad de agua para la cría de un kilogramo de insectos está sin estimar, pero se cree que es menor.
- d) Buen trato animal. En los últimos años se ha puesto un especial hincapié por el buen trato a los animales tanto en las granjas como a la hora del sacrificio. La cría de insectos aporta una solución a la hora de entablar este tema ya que no hay evidencia de que los insectos tengan capacidad de experimentar sufrimiento (Crook y I, 2011). Aun así, hasta que no haya evidencia certera de este hecho es recomendable actuar con precaución. Los métodos utilizados para su sacrificio son el congelado y la trituración instantánea, los cuales no generan sufrimiento al animal.

El consumo de insectos también conlleva beneficios para la salud, ya que algunos estudios han encontrado diferentes propiedades beneficiosas derivadas de algunos de los componentes de los insectos.

La quitina es el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza y es encontrado en organismos inferiores como hongos, crustáceos e insectos. Wichers (2012) determinó como la quitina tiene un efecto estimulante del sistema inmune, suponiendo una posible alternativa a los medicamentos.

Por otro lado, Ewelina Zielinska et. al. (2017), obtuvo péptidos bioactivos con actividad antioxidante y antiinflamatoria.

Por último, una de las posibles ventajas que se atribuyen a consumo de insectos es su gran aporte de proteínas de alto valor biológico y su alto ratio de conversión. A pesar de que su composición varía según la especie y el estado de vida, la cantidad en todos los casos es similar o superior a la de producto cárnicos. A pesar de esto, Tyler A. Churchward-Venne *et.al* nos muestra en su estudio como son las especies del género Coleóptera, Ortópteros, Hymenoptera y Lepidóptera las que cuben las necesidades de aminoácidos esenciales para adultos. A su vez, respecto a la digestibilidad, solo se han realizado estudio in-vitro, careciendo de datos de digestibilidad ileal.

1.6. Grillo Común (*Acheta domesticus*)

1.6.1. Características generales

El grillo común mostrado en la **Figura 3** pertenece a la familia de los Ortópteros. La forma del tórax es cilíndrica con dos alas larga en sus laterales. El color característico de este tipo de grillo es marrón oscuro y amarillo. Su tamaño suele rondar entre los 16 y 21 mm (Walker, 2007)

Figura 3. Grillo común *Acheta domesticus*



Su procedencia es del suroeste de Asia, aunque actualmente se encuentra en gran cantidad de países y continentes como Europa, el Norte de África, el Oeste de Asia, India, Canadá, EE. UU., México y Australia (Walker, 2007).

Su ciclo de vida dura tres meses en condiciones óptimas de temperatura (26-32°C). No presentan hibernación y pueden llegar a sobrevivir al invierno en las cercanías de los edificios donde haya calor. El sustrato de deposición de los huevos no tiene características específicas, únicamente ser húmedo. Estos eclosionan a los 10 días si se encuentran a 30°C. Cuando eclosionan, los grillos jóvenes pasan por siete estados larvarios hasta convertirse en un grillo adulto (Walker, 2007).

1.6.2. Composición

Dentro de la composición del grillo *Acheta Domesticus* se puede destacar la cantidad de proteínas, que ronda entre el 64%, la cantidad de grasa de un 22,8%, un 19,10% de fibra y un contenido en cenizas del 5,10% (Rumpold y Shluter, 2013)

Este mismo estudio muestra el perfil de ácidos grasos. Un 32,8% de ácidos grasos saturados, un 33,5% de ácidos monoinsaturados y un 33,9% de poliinsaturados. Otros estudios realizados sobre el perfil lipídico de diferentes insectos como el de Paul et.al (2017) muestran como el 41,39% de esos ácidos grasos pertenecen al ácido linoleico y un 20% al oleico. Con respecto a ácidos grasos omega-3 solo el 1,11% son ácidos grasos α -linolénico.

Esta composición varía según la edad de grillo, obteniendo estos valores una vez alcanzan la edad adulta.

1.7. ¿Por qué una crema de cacao?

Como se puede ver en la **Tabla 1**, el consumo de cremas de cacao ha aumentado desde el 2010 un 22,22%. Esto nos indica que es un mercado en auge con demanda existente. A su vez, el consumo per cápita ha aumentado un 43% desde 2010.

Tabla 1. Consumo anual de crema de cacao a nivel nacional.

Año	Volumen (miles de kg)	Valor (miles de €)	Consumo per cápita (kg)	Gasto per cápita (€)
2010	16.520,41	74.291,28	0,36	1,6
2011	16.626,33	76.878,07	0,37	1,67
2012	16.975,99	84.988,26	0,36	1,85
2013	18.960,75	94.663,06	0,42	2,09
2014	19.227,75	96.732,65	0,43	2,15
2015	19.013,92	97.415,68	0,42	2,18
2016	18.963,04	99.853,00	0,44	2,29
Variación (%)	14,79	34,41	22,22	43,13

Elaboración propia a partir de datos proporcionados por MAPAMA

Estas cremas están constituidas en su mayor medida por azúcar y grasas vegetales y un pequeño porcentaje de avellana y cacao. Estos ingredientes hacen que este tipo de producto supongan una opción poco saludable a la hora de alimentarse.

Por el contrario, la formulación ofrecida en este TFG supone una alternativa saludable a las cremas comerciales. Además, la introducción de la harina de grillo puede hacer que sea un vector para que la población empiece a aceptar este tipo de ingredientes como algo normal en su día a día.

La elección de una crema de caca para introducir este nuevo ingrediente se ha realizado debido a los siguientes factores:

- a. Producto con gran aceptación entre la población
- b. Fácil procesado e incorporación de los ingredientes
- c. Amplitud de usos. Desde consumo individual a recubrimiento de productos de pastelería.





Objetivos

2. Objetivos

El objetivo principal del presente Trabajo de Fin de Grado es caracterizar la harina de grillo común *Acheta domesticus* y determinar el comportamiento de una crema de cacao al introducir este tipo de harina en su composición.

Para concluir este objetivo se han propuesto una serie de objetivos secundarios:

1. Determinar la composición química de la harina de grillo común (*Acheta Domesticus*).
2. Determinar las propiedades fisicoquímicas (pH, actividad de agua y color) y tecno-funcionales (capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite y capacidad de hinchamiento).
3. Establecer si la harina de grillo *Acheta domesticus* presenta capacidad antioxidante.
4. Establecer la composición química de una crema de cacao con diferentes concentraciones de harina de grillo.
5. Determinar la variación de las propiedades fisicoquímicas a medida que varía la concentración de harina.
6. Conocer la predisposición de los estudiantes a probar alimentos que introduzcan insectos en su composición.
7. Determinar cómo varía la aceptación de la crema según su concentración de harina.

Materiales



métodos

3. Materiales y métodos

3.1. Materias primas

a) Harina de grillo común (*Acheta domesticus*)

La harina de grillo que se muestra en la **Figura 4** se realizó a partir de grillos vivos obtenidos de la empresa *La Grillería* (Valencia) en un transporte refrigerado.

Figura 4. Harina de grillo *Acheta domesticus*.



Antes de procesar los grillos hubo que sacrificarlos. Este proceso se realizó introduciendo a los grillos vivos en el congelador a una temperatura de -20°C durante 3 días para bajar su temperatura corporal y paralizar su metabolismo, provocando así su muerte. En la **Figura 5** se pueden observar los grillos ya sacrificados para ser traspasados a bandejas individuales para su posterior liofilización.

Figura 5. Grillos sacrificados.



Una vez se sacrificaron los grillos la obtención de la harina se realizó siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1º. Liofilización en un liofilizador B. Braun Biotech Christ Alpha 2-4. En la **Figura 6** se muestra cómo se dispusieron a los grillos para ser liofilizados. Estas bandejas fueron introducidas en el liofilizador como se muestra en la **Figura 7**.
- 2º. Molienda con un motero de arcilla. En la **Figura 8** y **Figura 9** se muestra el antes y después del proceso de molienda manual para obtener la harina.
- 3º. Envasado en bolsas herméticas. Las bolsas se conservaron a temperatura ambiente y en oscuridad.

Figura 6. Grillos dispuestos para ser liofilizados.



Figura 7. Liofilización de grillos.

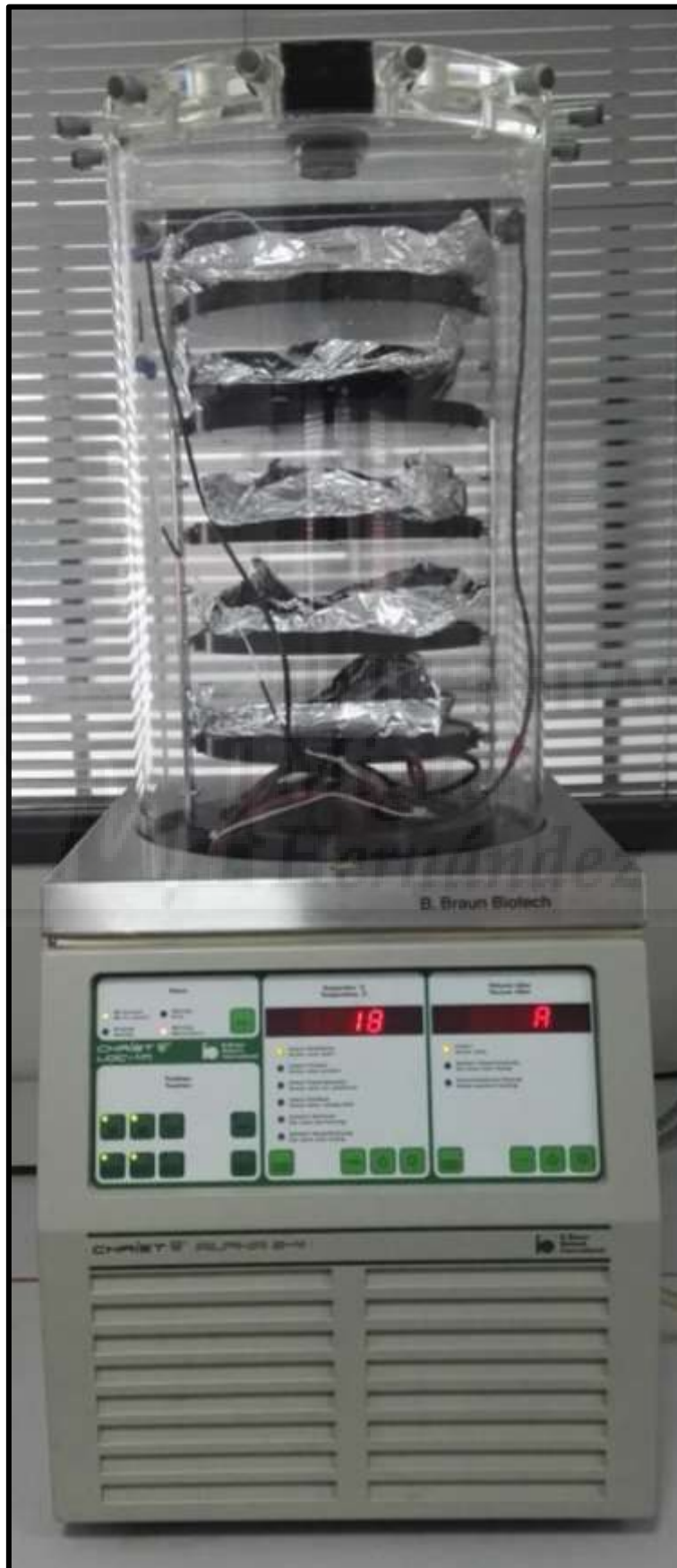


Figura 8. Grillos liofilizados antes de ser molidos.



Figura 9. Grillos molidos.



b) Boniato asado

El boniato rojo (*Ipomea batatas*) se obtuvo de un supermercado en Orihuela (Alicante). Su tratamiento térmico se realizó en un horno de convección Distform modelo My Chef a una temperatura de 230°C durante 40 minutos.

c) Sirope de agave

El sirope de agave de la marca *Sunny Via* se obtuvo de una tienda con localidad en Orihuela (Alicante)

d) Cacao en polvo desgrasado

El cacao en polvo desgrasado que se utilizó era de la marca *Valor*. Se obtuvo de una tienda localizada en Orihuela (Alicante)

e) Avellana tostada molida

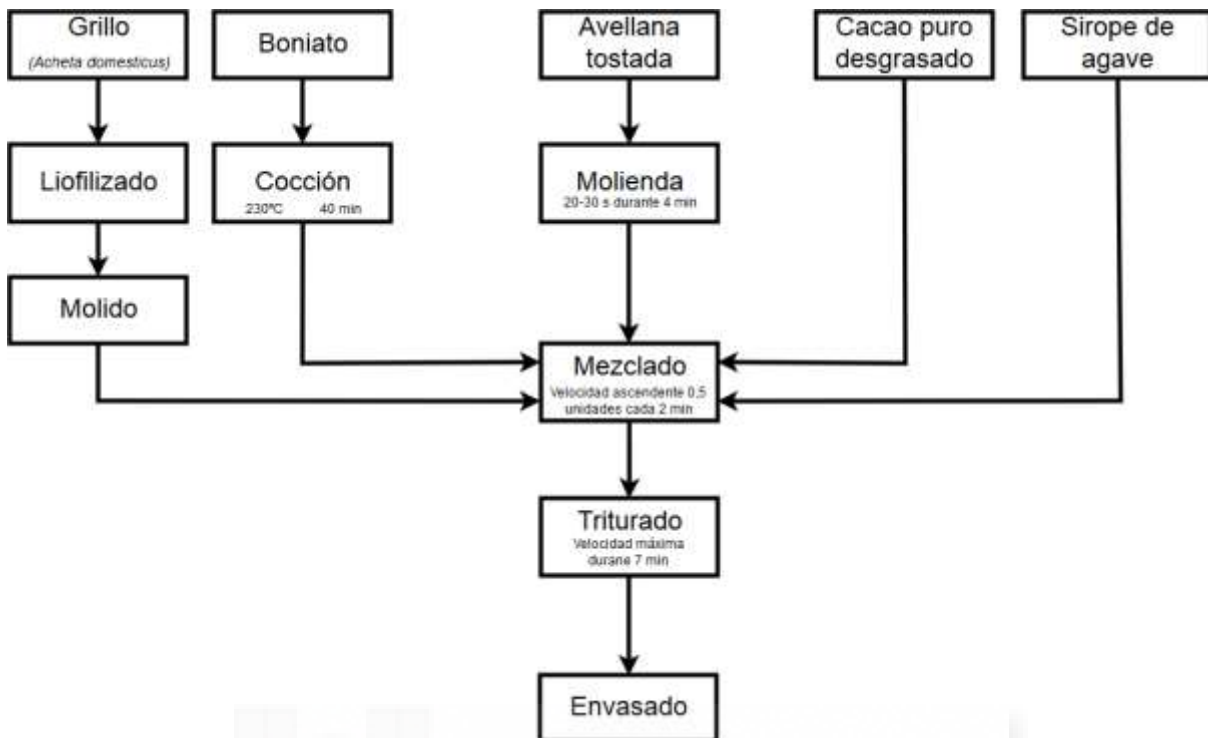
La pasta de avellana molida se obtuvo procesando avellanas tostadas enteras. El procesado consistió en una molienda en un molinillo de café a intervalos de 1 minuto hasta que se obtuvo una crema de la avellana molida.

3.2. Obtención de la crema

3.2.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo que se utilizó para la obtención de la crema de cacao se muestra en la **Figura 10**.

Figura 10. Diagrama de flujo para la producción de la crema de cacao con harina de grillo



3.2.2. Descripción del procedimiento

1. Cocción del boniato

- 1º. Lavar los boniatos con agua del grillo y eliminar toda la tierra que puedan tener adheridos.
- 2º. Hacer incisiones en la superficie del boniato con un cuchillo mediano. Las incisiones deben de ser de un centímetro de largo, tres de profundidad y el grosor dependerá del grosor del cuchillo utilizado.
- 3º. Envolver los boniatos con papel de aluminio
- 4º. Introducir en el horno de convección a 230°C durante 40 minutos
- 5º. Sacar los boniatos asados y dejar enfriar durante 20 minutos a temperatura ambiente
- 6º. Pelar

2. Molido de la avellana

- 1º. Introducir las avellanas en un molinillo de café
- 2º. Moler a en intervalos de 20-30 segundos a velocidad máxima durante 4 minutos. Si no se ha formado una pasta homogénea continuar los intervalos hasta que se forme.

3. Preparación de la harina

Procedimiento ya explicado en la página 24 en el apartado Harina de grillo común (*Acheta domesticus*).

4. Mezclado-triturado

- 1º. Introducir los ingredientes por el orden a continuación descrito en el robot de cocina Thermomix Vorwerk (Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG, Alemania)
- 2º. Incrementar la velocidad del robot desde 0 hasta 6 unidades de velocidad en aumentos de 0,5 unidades cada 2 minutos.
- 3º. Cuando se llegue a la máxima velocidad (6 unidades) detener el robot, introducir el ingrediente correspondiente y empezar con la progresión.
- 4º. Cuando se hallan añadido todos los ingredientes dejar 7 minutos a la máxima velocidad (6 unidades)
- 5º. Orden de introducción de ingredientes (las cantidades serán las correspondientes a la formulación):
 - 1º. Boniato asado y pelado
 - 2º. Cacao en polvo
 - 3º. Pasta de avellana tostada
 - 4º. Harina de grillo
 - 5º. Sirope de agave

5. Envasado

Introducir la crema obtenida en una manga pastelera e introducirla en un envase de vidrio cilíndrico de 300 mL de volumen dejando un centímetro hasta la altura de la tapa.

3.2.3. Formulaciones

Las formulaciones que se utilizaron para la determinación de la composición, el análisis fisicoquímico y el análisis sensorial son las mostradas en la **Tabla 2**. Estas cremas ya realizadas se muestran en la **Figura 11** y **Figura 12**, donde de izquierda a derecha están dispuestas M0, M5 y M10.

Tabla 2. Formulaciones utilizadas para las distintas cremas de cacao.

	M0	M05	M10
Boniato	70%	65%	60%
Avellana	15%	15%	15%
Sirope agave	10%	10%	10%
Cacao	5%	5%	5%
Harina de grillo	0%	5%	10%

Figura 11. Cremas de cacao. M0, M5 y M10 de izquierda a derecha.



Figura 12. Cremas de cacao. M0, M5 y M10 de izquierda a derecha.



3.3. Rendimiento de la harina

El rendimiento del proceso de fabricación de la harina mediante liofilización fue obtenido por diferencia de pesada. Se pesaron tres muestras distintas de grillo sin liofilizar y luego se pesaron una vez fueron liofilizados. Por diferencia de pesada se obtuvo el rendimiento de la liofilización expresando en porcentaje.

3.4. Composición química de la harina de grillo *Acheta domesticus*

3.4.1. Humedad

La humedad se obtuvo mediante desecación en una estufa modelo P. Selecta (Barcelona, España) según el protocolo de la AOAC 24.003 (AOAC, 1990) por desecación a 105°C durante 24 horas. Los resultados se en g de agua/ 100g de muestra. El análisis se hizo por triplicado, con un total de 3 muestras.

3.4.2. Proteínas

Las proteínas se determinaron siguiendo el procedimiento Kjeldahl descrito por el método AOAC 24.007. Se obtuvo la cantidad de nitrógeno de la muestra y con un factor de 6,25 se estimó la cantidad de proteína en g proteína/100 g producto. El análisis se hizo por triplicado, con un total de 3 muestras.

3.4.3. Grasa total

Los lípidos totales de la harina se obtuvieron con el método AOAC 24.005 (AOAC, 1990) con la utilización de un extractor Soxhlet J.O Selecta Mo 6003286 (J. O. Selecta S.A. Abrera, Barcelona, España). Los resultados han sido expresados en g grasa/ 100 g de alimento. El análisis se hizo por triplicado, con un total de 3 muestras.

3.4.4. Glúcidos totales

Los glúcidos totales (digeribles y no digeribles) se obtuvieron con la diferencia de todos los valores con respecto al total.

3.4.5. Cenizas

Las cenizas se obtuvieron mediante la calcinación en una mufla Obersal modelo 12 PR/300 Serie 8B. Luego, se halló mediante la pesada del residuo mineral presenta tras la finalización de la calcinación. Los datos se expresan en g de ceniza/100 g de muestra. El análisis se hizo por triplicado, con un total de 3 muestras.

3.5. Composición química de la crema de cacao

3.5.1. Humedad

La humedad de las cremas se obtuvo con el mismo procedimiento que el descrito para la harina en el apartado 3.4.1. El análisis se hizo por triplicado para cada una de las diferentes concentraciones.

3.5.2. Proteínas

Las proteínas de las cremas se obtuvieron con el mismo procedimiento que el descrito para la harina en el apartado 3.4.2. El análisis se hizo por triplicado para cada una de las diferentes concentraciones.

3.5.3. Grasa total

La grasa total de la crema tuvo que ser obtenida por recuento de grasa utilizando la composición de las materias primas. Esto fue debido a que tras varios intentos utilizando el método Soxhlet anteriormente descrito en el apartado 3.4.3. los resultados obtenidos eran incoherentes. Por eso la cantidad de grasa de la crema es únicamente desde un punto de vista teórico.

3.5.4. Glúcidos totales

Los glúcidos totales (digeribles y no digeribles) se obtuvieron con la diferencia de todos los valores con respecto al total.

3.5.5. Cenizas

Las cenizas se determinaron con el mismo procedimiento que el utilizado en la harina, descrito en el apartado 3.4.5. El análisis se hizo por triplicado para cada una de las diferentes concentraciones.

3.6. Propiedades tecno-funcionales de la harina de grillo *Acheta domesticus*.

3.6.1. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó introduciendo en un tubo de centrifuga 0,3 g (aprox) de harina y 10 mL de agua destilada. Se agitó en un vortex y se dejó reposar toda la noche a temperatura ambiente.

Luego, se centrifugó a 3000 rpm durante 20 minutos en una centrifuga Nahita Model 2690. Finalmente se eliminó el sobrenadante con una micropipeta y se pesó el residuo sólido.

La CRA se expresó en g de agua/ g muestra. Las pruebas se hicieron por triplicado.

3.6.2. Capacidad de retención de aceite (CRO)

La capacidad de retención de aceite (CRO) se determinó con la misma metodología que en la CRA, pero sustituyendo el agua por aceite de semillas.

La CRO se expresó en g de aceite/ g muestra. Las pruebas se hicieron por triplicado.

3.6.3. Hinchamiento

Para la capacidad de hinchamiento se añadieron 0,5 gramos de harina en tubos graduados de un volumen de 10 mL, se mezcló con 5 mL de agua destilada y se agitó en un vortex. Luego se dejó reposar a la mezcla durante una noche entera a temperatura ambiente.

Pasado el reposo se midió la diferencia entre el volumen final con el inicial en función del peso.

Las muestras se hicieron por triplicado y se expresan en mL de agua / g muestra

3.7. Propiedades fisicoquímicas de la harina de grillo *Acheta domesticus*

3.7.1. Actividad de agua

La actividad de agua (Aw) se obtuvo con un equipo Novasina (Sprint TH-500, Pfäffikon, suiza) a una temperatura de 25°C. Las muestras se realizaron por triplicado.

3.7.2. pH

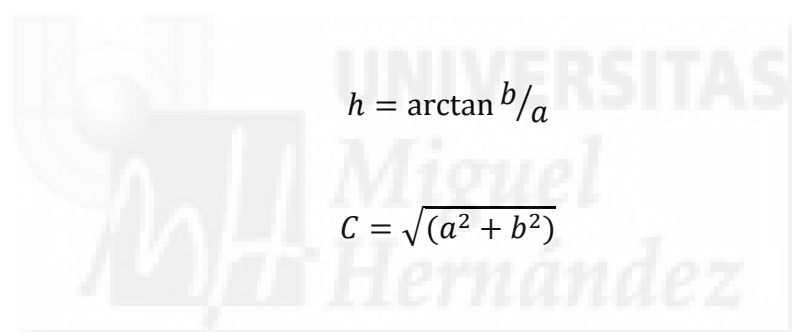
El pH de la harina se halló mezclando 0,5 gramos de muestra con 10 mL de agua. Luego se hizo la medición con un pH metro marca Crison micro pH meter (modelo 507, Crison, Barcelona, España) a la vez que se mantenía la mezcla en constante movimiento con una mosca magnética. Las medidas se hicieron por triplicado.

3.7.3. Color

La medición del color se hizo utilizando un equipo Minolta CM-2600d (Minolta camera Co., Osaka, Japón) con D₆₅ como iluminante y un ángulo de observador de 10°.

La medición de la harina se realizó introduciendo en cubetas de plástico transparente harina de grillo y colocando dichas cubetas en un soporte fijo. Se hicieron seis medidas por cada cubeta, teniendo un total de 12 mediciones.

Las mediciones se dieron en coordenadas CIELAB: Luminosidad (L*), a* (rojo-verde); b* (amarillo-azul). También se obtuvieron en tono (h*) y el croma (C*):


$$h = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$
$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

3.8. Capacidad antioxidante

3.8.1. Extracción de los compuestos antioxidantes

La extracción de los compuestos con actividad antioxidantes se realizó siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

A 3 gramos de muestra se le añadieron 20 mL de una solución compuesta por metanol: agua en las proporciones 80:20. Esta mezcla se agitó en el ultraturras a 18000 rpm durante cinco minutos. Luego, las muestras se centrifugaron durante 10 minutos a 8000 r.p.m. El sobrenadante obtenido se recogió en un matraz y al residuo sólido que quedó en el fondo del tubo se le adicionaron 20 mL de una mezcla formada por acetona: agua en una proporción de 70:30. Posteriormente se siguió el mismo procedimiento que con la muestra anterior.

El sobrenadante obtenido se mezcló con el previamente recogido y se llevó a evaporación hasta conseguir la sequedad total en un rotavapor a vacío y temperatura no superior a 50°C. El residuo obtenido se disolvió en 5 mL de metanol.

En la **Figura 13**. Extracto de compuestos antioxidantes de harina de grillo se muestra el extracto final que se utilizó para determinar la capacidad antioxidante por los diferentes métodos que se explican en los apartados siguientes.

Figura 13. Extracto de compuestos antioxidantes de harina de grillo



3.8.2. Actividad antioxidante utilizando el método del radical 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Las muestras utilizadas para la determinación de la capacidad antioxidante fueron las obtenidas en la extracción descrita en el apartado 3.8.1. El método utilizado es este apartado es el descrito por Brand-Williams et al., (1995).

Se colocó en un tubo de ensayo 200 μ L de muestra. Luego se adicionaron 2 mL de una solución 0,06 mM de DPPH previamente realizada.

Seguido a esto se agitó en un vortex durante un minuto y se guardó en la oscuridad durante 15 minutos. Pasado ese tiempo se realizó la medición la absorbancia a 517 nm

en un espectrofotómetro HP 8451 (Hewell Packard). Luego, con una curva patrón realizada con anterioridad se determinaron los equivalentes de Trolox.

Los resultados se expresan en μg de equivalentes de Trolox /gramo de muestra (μg de Trolox/g). Las mediciones se hicieron por triplicado.

3.8.3. Poder antioxidante por reducción del ion férrico (FRAP)

Las muestras utilizadas para la determinación de la capacidad antioxidante fueron las obtenidas en la extracción descrita en el apartado 3.8.1. El método utilizado es este apartado es el descrito por Oyaizu, (1986).

En un tubo de ensayo se colocó 1 mL de muestra y se le adicionó 2,5 mL de tampón fosfato 0,2 M y pH 6,6, y 2,5 mL de ferricianuro potásico al 1%. Luego se agitó en un vortex durante un minuto y se dejó incubar a 50 °C un tiempo de 20 minutos.

Finalizado el tiempo se añadió 2,5 mL de ácido tricloro acético al 10% y se agitó durante 2 minutos. Posterior a esto se tomó una alícuota de 2,5 mL de la mezcla anterior y mezcló con 2,5 mL de agua y 0,5 mL de una disolución de cloruro de hierro al 0,1%. Luego se agitó durante 2 minutos y se esperó durante 10 minutos.

Luego, la absorbancia fue medida a 700 nm en un espectrofotómetro HP 8451 (Hewell Packard) y con una curva patrón realizada con anterioridad se determinaron los equivalentes de Trolox.

Los resultados se expresan en μg de equivalentes de Trolox /gramo de muestra (μg de Trolox/g). Las mediciones se hicieron por triplicado.

3.8.4. Capacidad quelante del ion ferroso (FIC)

Las muestras utilizadas para la determinación de la capacidad antioxidante fueron las obtenidas en la extracción descrita en el apartado 3.8.1. El método utilizado es este apartado es el descrito por Carter (1971).

En un tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se le adicionó 0,1 mL de sulfato de hierro tetra hidratado (2mM) y 3,7 mL de metanol. Luego se agitó durante un minuto en un vortex y se dejó reposar durante 5 minutos.

Cundo pasaron los cinco minutos se añadió 200 μ L de Ferrozina (5mM), se agitó durante 2 minutos y se esperó 10 minutos más.

Finalizado el tiempo de espera se midió la absorbancia a 562 nm en un espectrofotómetro HP 8451 (Hewell Packard) y con una curva patrón realizada con anterioridad se determinaron los equivalentes de ácido etilendiaminotetracético (EDTA).

Los resultados se expresan en mg de EDTA /gramo de muestra (mg EDTA/g). Las mediciones se hicieron por triplicado,

3.9. Propiedades fisicoquímicas de las cremas de cacao

3.9.1. Actividad de agua

La actividad de agua se determinó por el mismo procedimiento que el descrito para la harina de grillo en el apartado 3.7.1. El análisis se hizo por triplicado para cada una de las diferentes concentraciones, con un total de 9 muestras.

3.9.2. pH

Para hallar el pH de las cremas se utilizó el mismo equipo que el utilizado en el apartado 3.7.2 para determinar el pH de la harina de grillo pero se usó una sonda de penetración.

El análisis se hizo por triplicado para cada una de las diferentes concentraciones, con un total de 9 muestras.

3.9.3. Color

El equipo para la obtención del color fue el mismo que el descrito en el apartado 3.7.3 para la medición de color en la harina de grillo.

La medición se hizo fue a través de un cristal transparente apoyado en la superficie de la crema. Se hicieron 8 mediciones para cada una de las muestras obteniendo un total de 24 medidas.

3.9.4. Textura

El análisis de la textura de las cremas se hizo utilizando un texturómetro con un cabezal cónico específico para alimentos fluidos viscosos como las cremas. Las mediciones se hicieron por triplicado para cada una de las muestras, obteniendo un total de 9 medidas. Como medidas se extrajeron la firmeza (Kg) y la fuerza de corte (Kg-s). En la **Figura 14** se puede observar la disposición del texturómetro utilizado para la medición.

Figura 14. Análisis de textura de las cremas de cacao



3.10. Análisis sensorial

En análisis sensorial se hizo de las diferentes muestras de crema (M0, M5 y M10). Constó de tres pruebas diferentes: una prueba hedónica, una prueba de ordenación y una prueba de Índice R.

3.10.1. Prueba hedónica

La prueba hedónica tuvo como objetivo determinar cuál era la opinión de los consumidores acerca de la crema de cacao a medida que se subía la concentración de

harina de grillo. Participaron 54 personas (18 hombres y 36 mujeres) a las que se les repartió las tres muestras codificadas con números aleatorios.

Se utilizaron dos tipos de escalas verbales estructuradas de siete puntos. Una referente al nivel de agrado del juez con respecto al atributo específico y otra referente a la intensidad del atributo o JAR (Just About Right). A cada una de estas categorías se le asignó un valor específico como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Escala y valores del análisis sensorial

Esca	Categoría						
Percepción del atributo	Me disgusta extremadamente	Me disgusta muchísimo	Me disgusta levemente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta muchísimo	Me gusta extremadamente
Valor	1	2	3	4	5	6	7
Intensidad del atributo (JAR)	Extremadamente débil	Muy débil	Ligeramente débil	Correcto	Ligeramente fuerte	Muy fuerte	Extremadamente fuerte
Valor	-3	-2	-1	0	1	2	3

El tratamiento de los datos se realizó haciendo el promedio de las puntuaciones, obteniendo una idea global de la percepción de los atributos.

Los datos obtenidos en la escala JAR fueron agrupados según su valor en cinco grupos diferentes correspondientes con la siguiente escala.

Puntuación	-3	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	3
Grupo	Débil		Ligeramente débil		Correcto		Ligeramente fuerte		Fuerte		

Los atributos que se analizaron fueron los siguientes:

1. Color
2. Brillo
3. Olor a avellana
4. Olor a cacao
5. Sabor a avellana
6. Sabor a cacao

7. Dulzor
8. Amargor

9. Granulosidad
10. Opinión general

3.10.2. Prueba de ordenación

Esta prueba se realizó de forma conjunta con la anterior y se utilizó la misma hoja de cata, por lo que participaron las mismas personas.

En esta prueba se pidió a los jueces que dijeran cuales eran las muestras con mayor y menor concentración según su criterio.

Los datos recogidos fueron ordenados según el puesto que fue asignado por los jueces que participaron. Posteriormente se halló el puesto promedio para cada crema junto con su desviación estándar. En el cuestionario se pedía el primero (la crema que más tenía) y el tercero (la que menos tenía), el segundo puesto lo ocupa la crema que falte.

3.10.3. Índice R

La realización de la prueba del Índice R se llevó a cabo con 30 jueces voluntarios de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela. En la prueba se distribuyeron las muestras M0 y M5, la M0 se codificó como "N" y la M5 como "S". A los jueces se les dio seis muestras numeradas de forma aleatoria; de estas muestras, tres coincidían con M0 y otras tres con M5. Luego, se les pidió que compararan las muestras numeradas con N y S y determinaran su nivel de seguridad según la siguiente escala:

- Seguro que es S (S)
- Casi seguro que es S (S?)
- Casi seguro que es N (N?)
- Seguro que es N (N)

Luego, los resultados fueron colocados en una matriz como se muestra a continuación. Los atributos que se analizaron fueron sabor, olor y untabilidad. Para este último los

jueces contaban con pan tostado para que pudieran untar cada una de las muestras y compararlas con los patrones N y S.

Muestra	S	S?	N?	N	Total
S	a	b	c	D	Ns
N	e	f	g	h	Nn

El cálculo del Índice R se realizó siguiendo la siguiente fórmula:

$$R - Index = \frac{a(f + g + h) + b(g + h) + c(h) + \frac{1}{2}(ae + bf + cg + dh)}{N_S N_N} \cdot 100$$

Donde se tiene que:

- a = total de muestras seguras "S" de la muestra "S"
- b = total de muestras casi seguras "S" de la muestra "S"
- c = total de muestras casi seguras "N" de la muestra "S"
- d = total de muestras seguras "N" de la muestra "S"
- e = total de muestras seguras "S" de la muestra "N"
- f = total de muestras casi seguras "S" de la muestra "N"
- g = total de muestras casi seguras "N" de la muestra "N"
- h = total de muestras seguras "N" de la muestra "N"

Este valor se compara luego con el índice R tabulado para el número específico de jueces según los calores críticos determinados por Bi y O'Mahony (1995). En el caso de que el valor obtenido sea mayor que el tabulado significa que ese atributo ha ocasionado una diferenciación entre las muestras.

3.11. Estudio de consumidores

Para averiguar la predisposición de los futuros consumidores hacia la idea de tener alimentos con ingredientes procedentes de insectos se realizó una encuesta en papel a estudiantes de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) en la que participaron 244 personas (136 mujeres y 108 hombres) entre 18 y 26 años.

La encuesta se dividió en cuatro partes: información general de la persona encuestada, encuesta del interés sobre el consumo de alimentos saludables, encuesta sobre neofobia alimentaria y una encuesta sobre la opinión de una crema de cacao con harina de grillo.

3.11.1. Encuesta sobre el consumo de alimentos saludables y neofobia alimentaria

Para determinar la opinión sobre el consumo de alimentos saludables se siguió un cuestionario propuesto por Roininen y Col. (1999). A su vez, se utilizó otro cuestionario de los autores Pliner y Hobden (1992) para conocer la predisposición de las personas a consumir alimentos nuevos y su grado de neofobia alimentaria.

Ambas encuestas estaban compuestas por diversas afirmaciones en las que la persona encuestada debía de indicar mediante una escala de cinco grados de libertad que van de completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo. Cada uno de estos puntos tenía especificado una puntuación determinada, yendo de uno para la primera opción y cinco para la última. Mencionar que en ambas pruebas contamos con afirmaciones inversas marcadas con una "R". Estas afirmaciones se puntúan de manera inversa, por lo que la primera opción tiene un valor de cinco y la última de uno. La obtención del grado de interés por alimentos saludables y el grado de neofobia se realiza con el sumatorio de todas las afirmaciones. La puntuación máxima para la escala de interés por el consumo de alimentos saludables es 40 puntos y para la de neofobia 50; por lo que cuanto más altos sean estos valores más interés tendrá la persona encuestada

por el consumo de alimentos saludables o, en el caso de la escala de neofobia, más tendencia tendrá a probar alimentos nuevos.

Las afirmaciones correspondientes en las escalas de cada una de las afirmaciones fueron:

1. Completamente en desacuerdo (1 punto)
2. Desacuerdo (2 puntos)
3. Ni de acuerdo ni desacuerdo (3 puntos)
4. De acuerdo (4 puntos)
5. Completamente de acuerdo (5 puntos)

Tabla 4. Afirmaciones para la encuesta de consumo de alimentos saludables

Consumo de alimentos saludables (CS)	
N.º	Afirmación
1R	Cuando elijo alimentos me importa poco que sea o no saludable
2	Considero importante que los alimentos que consumo sean saludables
3R	Como lo que me gusta sin preocuparme si es o no saludable
4	Para mí es importante que mi dieta sea baja en grasa
5	Siempre sigo una dieta equilibrada y saludable
6	Para mí es importante que mi dieta sea rica en vitaminas y minerales
7R	Cuando tomo algo de aperitivo o entre comidas, no me preocupa su es o no saludable
8R	No me privo de tomar algunos alimentos, aunque su consumo pueda elevar mi colesterol

Roinien y col., 1999

Tabla 5. Afirmaciones para la encuesta de neofobia alimentaria

Neofobia alimentaria (NA)	
N.º	Afirmación
1	Siempre tiendo a elegir alimentos nuevos y diferentes
2r	No confío en los alimentos nuevos
3R	Si no sé qué contiene un alimento no lo pruebo
4	Me gustan los alimentos de distintos países
5R	Me resulta demasiado extraña la comida típica de otros países para comerla
6	En las fiestas y celebraciones estaría dispuesto a probar algún nuevo alimento
7R	No me atrevo a comer cosas que no he probado
8R	Soy muy escrupuloso con los alimentos que tengo que comer
9	Me comería casi cualquier cosa
10	Me gusta probar nuevos restaurantes típicos

Pilner y Hobden., 1992

3.11.2. Encuesta sobre la opinión de una crema con harina de grillo

Para determinar la opinión acerca de una crema con harina de grillo se realizaron seis afirmaciones basadas en el artículo de Sogari et al. (2017). Estas afirmaciones a su vez contaban con cinco grados de libertad que iban desde completamente en desacuerdo a completamente de acuerdo. Cada grado de libertad contaba con una puntuación específica que iba del uno al cinco.

Las afirmaciones correspondientes en las escalas de cada una de las afirmaciones fueron:

1. Completamente en desacuerdo (1 punto)

2. Desacuerdo (2 puntos)
3. Ni de acuerdo ni desacuerdo (3 puntos)
4. De acuerdo (4 puntos)
5. Completamente de acuerdo (5 puntos)

Tabla 6: Afirmaciones sobre el interés de una crema de cacao con harina de grillo

Opinión sobre una crema con harina de grillo	
N.º	Afirmación
CC1	Tengo curiosidad acerca del sabor o la textura
CC2	Es una fuente de proteínas alternativa
CC3	Parece apetitoso y succulento
CC4	No confío en los aspectos de higiene y salud
CC5	No parece apetitoso ni succulento
CC6	La idea de que la harina de grillo sea usada me desagrada

G. Sagari et al. (2017)

3.11.3. Información general del consumidor/a

En el apartado de información general se pidió a los encuestados que nos facilitaran los siguientes datos:

- Género: mujer u hombre
- Edad: 18-20, 21-23, 24-26 y mayores de 26
- Lugar de residencia durante el periodo de estudio: Con los padres todo el año, con los padres solo fines de semana y vacaciones o independiente de los padres
- Grado universitario que realizaba

El objetivo de recoger estos datos era ver si había relación entre estos y las encuestas anteriores.

3.12. Método estadístico

Las medias y las desviaciones estándar han sido calculadas con métodos estadísticos convencionales. El análisis estadístico se ha utilizado un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor (concentración de harina de grillo). La determinación de diferencias significativas se ha realizado con la prueba de Tukey. Ambas pruebas han sido obtenidas con un nivel de confianza del 95%.

Los datos fueron obtenidos mediante el paquete para Excel Realstat para el sistema operativo Windows



Resultados



discusión

4. Resultados y discusión

4.1. Harina de Grillo

4.1.1. Rendimiento

El rendimiento del proceso de liofilización de los grillos se presenta en la *Tabla 7. Rendimiento de la producción de harina de grillo Acheta domesticus*. En ella se aprecia cómo se pierde el 65% del peso de los grillos en el proceso de liofilización obteniendo un rendimiento en peso del 35,64%.

Tabla 7. Rendimiento de la producción de harina de grillo Acheta domesticus

Rendimiento (%)
35,64 ± 1,34

4.1.2. Composición

Se ve como el nutriente que más destaca es su contenido en proteínas (67,49%), éste está entre los valores bibliográficos del 55 al 70% de proteínas en materia seca, dependiendo de su estado en el ciclo de vida (Rumpold y Schluter, 2013). Destacar que para grillos adultos el valor de proteína obtenido es ligeramente mayor que el del artículo (67,49 vs 64,56%)

Tabla 7. Composición de la harina de grillo *Acheta domesticus*.

Composición (g/100 g muestra)		
Humedad	1,49	± 0,28
Grasa	19,32	± 2,04
Proteínas	67,49	± 1,01
Cenizas	4,36	± 0,13
Hidratos	7,35	± 3,45

El valor de las grasas de aproximadamente un 20%. Valor que se encuentra entre el intervalo dado por la autora anterior de 18,55 al 22,8% para grillos adultos. Destacar que los ácidos grasos que componen esta grasa son en su mayoría omega-6 (Aman Paul et al., 2017), por lo que pueden suponer una fuente importante de este tipo de nutrientes para la dieta de los consumidores.

Con respecto a los hidratos de carbono, mencionar que se engloban los digerible y los no digeribles, y alcanzaría un valor de 7,35% en total. Es en la parte no digerible formada por la quitina donde se puede encontrar un efecto estimulante del sistema inmune ya comentado (Wichers, 2012). Por último, mencionar que supondría el único alimento animal (junto con los crustáceos) que puede tener un papel activo en el aporte de fibra.

4.1.3. Propiedades tecno-funcionales

La CRA de la harina de grillo liofilizada obtuvo un valor de 3,8 g de agua por cada gramo de muestra. El valor de la CRO fue de 2,86 g de aceite por cada gramo de agua. La capacidad de hinchamiento tiene un valor de 8,34 mL por cada gramo de muestra. Estos datos se muestran en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Propiedades tecno-funcionales de la harina de grillo *Acheta domesticus*

Propiedades tecno-funcionales		
CRA (g agua /g)	3,821	± 0,086
CRO (g aceite /g)	2,857	± 0,075
Hinchamiento (mL/g)	8,343	± 2,157

Esta diferencia de valores entre la CRA y la CRO indica que este tipo de harina tiene más tendencia a retener agua que aceites.

Estas propiedades fisicoquímicas están relacionadas con el proceso de liofilización, ya que al liofilizar el alimento se genera una estructura porosa en el mismo que facilita su posterior rehidratación.

Al comparar las propiedades tecno-funcionales de la harina de grillo con otras harinas experimentales (**Tabla 9**) se aprecia cómo no destaca por su CRA sino por su CRO. Esto puede deberse a que la presencia de grasa en la harina de grillo haga que esta pueda absorber más aceite que las otras muestras, las cuales poseen un menor contenido de grasa.

Tabla 9. Comparación de las propiedades tecno-funcionales de diferentes harinas experimentales

Harina	CRA	CRO
Fibra de pulpa de naranja¹	15,2 ± 1,4	5,6 ± 0,2
Pulpa de caqui “Triumph” (0.701–0.417 mm)²	9,47 ± 0,21	2,07 ± 0,09
Harina de plátano³	6,66 ± 0,16	1,61 ± 0,14
Pulpa de caqui “Rojo brillante” (0.701–0.417 mm)²	5,87 ± 0,2	1,67 ± 0,03
Fibra de piel de papaya⁴	4,93 ± 0,1	1,15 ± 0,09
Pulpa de manzana deshidratada⁴	4,2 ± 0,28	1,69 ± 0,13
Harina de grillo liofilizada	3,82 ± 0,09	2,86 ± 0,08
Fibra de chufa⁵	3,76 ± 0,42	3,60 ± 0,22

1: Wallecan, (2015); 2: Lucas-González, R. (2017); 3: Campuzano, (2018); 4: Zhang, (2017); 4: Cerda-Tapia, (2015). 5: López-Marcos, (2015).

4.1.4. Propiedades fisicoquímicas

Tabla 10. Propiedades fisicoquímicas de la harina de grillo *Acheta domesticus*

Propiedades Fisicoquímicas	
Color	
L*(D65)	64,58 ± 0,88
a*(D65)	3,50 ± 0,09
b*(D65)	14,03 ± 0,33
C (D65)	14,46 ± 0,33
h (D65)	76,01 ± 0,35
pH	6,48 ± 0,08
Aw	0,17 ± 0,01

En el color la coordenada que más destaca es la L* con un valor de 64,58. Este valor se relaciona con el tono blanquecino que tiene la muestra a simple vista, que al haber sido liofilizado no se producen reacciones de Maillard, evitando así su pardeamiento.

Con respecto al pH se ve que es ligeramente ácido con un valor de 6,48. Su actividad de agua es de 0,17, valor adecuado para tratarse de un producto liofilizado.

4.1.5. Capacidad antioxidante

En la capacidad antioxidante se ven diferentes medidas para cada uno de los métodos utilizados, estas medidas están representadas en la **Tabla 11**. Esta capacidad antioxidante puede ser debida a diversos péptidos bioactivos con capacidad antioxidante según como apunta Zielinska (2017).

Tabla 11. Capacidad antioxidante de la harina de grillo

Capacidad antioxidante	
DPPH (μg Trolox/g)	785,17 \pm 67,69
FRAP(μg Trolox/g)	2039,93 \pm 361,18
FIC (mg EDTA/g)	428,63 \pm 60,17

4.2. Crema de cacao

4.2.1. Composición química

La composición química de las diferentes muestras es reflejada en la **Tabla 12**. Solo se compararán los valores de humedad, proteína y cenizas ya que son los obtenidos en el laboratorio; los valores de grasa e hidratos son meramente informativos.

Tabla 12. Composición de las formulaciones de crema de cacao con harina de grillo

Nutriente (g/100 g de muestra)	M0	M5	M10
Humedad	57,23 ^a \pm 0,06	56,63 ^a \pm 0,24	52,23 ^b \pm 0,95
Proteínas	4,81 ^a \pm 0,02	8,54 ^b \pm 0,07	11,64 ^c \pm 0,04
Cenizas	2,17 ^a \pm 0,17	2,47 ^b \pm 0,03	2,37 ^a \pm 0,05
Grasa	11,05	11,99	12,94
Hidratos	24,74	20,37	20,82

Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras. (P<0,05).

Con respecto a la humedad se aprecia una disminución de la humedad a medida que aumenta la concentración de grillo. Esta disminución de la humedad no estadísticamente diferente entre M0 y M5, y sí entre estas muestras y M10.

Se ve una clara tendencia de modificación de la humedad y las proteínas a medida que aumenta la cantidad de harina debido a que está proporcionando más proteínas a la crema reemplazando parte del agua que contiene esta por las proteínas.

Las cenizas de las muestras con harina de grillo tienen una mayor cantidad que la muestra sin la misma. Siendo el valor de M0 de 2,17 y de M5 y M10 de 2,47 y 2,37 g de ceniza por cada 100 de producto respectivamente.

4.4.2. Propiedades físico-químicas

4.2.2.1. pH

Al analizar el pH mostrado en la **Tabla 13**, se ve como todas las muestras tienen un pH ligeramente ácido. Estos resultados no son estadísticamente significativos, por lo que en los intervalos estudiados el aumento de la cantidad de harina de grillo no afecta al valor.

Tabla 13. pH de las cremas de cacao con harina de grillo

	pH		
M0	5,69 ^a	±	0,08
M5	5,64 ^a	±	0,01
M10	5,64 ^a	±	0,01

Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras,. (P<0,05).

4.2.2.2. Actividad de agua (Aw)

Los valores de actividad de agua se muestran en la **Tabla 14**. Se ve como varían entre las muestras con harina (M5 y M10) y la muestra control (M0). Se aprecia cómo entre las muestras con harina prácticamente no hay diferencia entre sus datos, en cambio, al

mirar la muestra control se ven como la actividad de agua aumento 0,02 siendo una diferencia estadísticamente significativa con respecto a las muestras con harina.

Tabla 14. Actividad de agua de las muestras de crema de cacao con harina de grillo

	Aw
M0	0,963 ^a ± 0,002
M5	0,944 ^b ± 0,003
M10	0,941 ^b ± 0,001

Distintos superíndices representan que hay diferencias significativas entre las muestras. (P<0,05).

Destacar que el parámetro de actividad de agua junto con el pH son dos variables que condicionan la seguridad microbiana de un alimento. Al ser el pH mayor de 4,5 y la actividad de agua mayor de 0,9, este producto es muy susceptible a la contaminación microbiana. Por eso, para una futura conservación habría que elegir entre una pasteurización y conservación en refrigeración o una esterilización y conservación a temperatura ambiente.

4.2.2.3. Textura

Al observar los datos obtenidos en el análisis de textura mostrados en la **Tabla 15** se aprecia una variación estadísticamente significativa de la firmeza y de la fuerza de corte a medida que aumenta la concentración de harina de grillo.

Tabla 15. Firmeza y fuerza de corte obtenidas en el análisis de textura de las muestras de crema de cacao

Muestra	Firmeza (Kg)			Fuerza de corte (Kg·seg)		
M0	6,56 ^a	±	0,04	2,97 ^a	±	0,08
M5	10,25 ^b	±	0,17	5,39 ^b	±	0,08
M10	13,20 ^c	±	0,49	8,28 ^c	±	0,54

Distintos superíndices representan que hay diferencias significativas entre las muestras. (P<0,05).

Este aumento de la firmeza y de la fuerza de corte puede estar relacionado con la capacidad retención de agua de la harina, ya que al aumentar la cantidad de harina también aumenta la cantidad de agua retenida por la misma, impidiendo su participación en la estructura fluida de la crema.

4.2.2.4. Color

Los parámetros obtenidos en el análisis del color pueden ser observados en la **Tabla 16** y muestran como solo hay diferencias en la luminosidad (L*).

Tabla 16. Análisis de color de las muestras de crema de cacao

Muestra	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h (D65)
M0	29,55 ^a ± 0,19	10,08 ^a ± 0,14	14,77 ^a ± 0,28	55,68 ^a ± 0,24	17,88 ^a ± 0,30
M5	31,85 ^b ± 0,42	10,04 ^a ± 0,26	14,58 ^a ± 0,60	55,42 ^a ± 1,07	17,71 ^a ± 0,57
M10	32,56 ^c ± 0,36	10,23 ^a ± 0,22	14,41 ^a ± 0,72	54,61 ^a ± 1,28	17,67 ^a ± 0,64

Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras. (P<0,05).

Se aprecia como a medida que aumenta la cantidad de harina aumenta la luminosidad. Esta variación es debida al carácter blanquecino de la harina, el cual es transferido a la crema. En el resto de los parámetros no encontramos diferencias estadísticamente importantes como para tener que ser consideradas.

4.3. Análisis sensorial

4.3.1. Prueba hedónica

Los datos obtenidos en la prueba hedónica se recogen en la **Tabla 17** y han sido representados para obtener su perfil sensorial en la **Figura 15**.

Tabla 17. Datos del análisis sensorial hedónico de las cremas de cacao

Atributo	M0	M5	M10
Color	4,98 ^a ± 1,31	4,65 ^a ± 1,32	4,40 ^a ± 1,38
Brillo	4,76 ^a ± 1,55	4,35 ^a ± 1,25	4,29 ^a ± 1,15
Olor a avellana	5,02 ^a ± 1,11	4,31 ^b ± 1,18	4,09 ^b ± 1,22
Olor cacao	5,25 ^a ± 0,98	4,42 ^b ± 1,33	4,25 ^b ± 1,43
Sabor a avellana	4,63 ^a ± 1,35	4,57 ^a ± 1,51	3,80 ^b ± 1,50
Sabor a cacao	4,84 ^a ± 1,24	4,40 ^a ± 1,27	3,71 ^b ± 1,55
Dulzor	4,36 ^a ± 1,38	4,11 ^a ± 1,59	3,35 ^b ± 1,42
Amargor	4,31 ^a ± 1,37	3,65 ^{ab} ± 1,61	3,18 ^b ± 1,47
Granulosidad	4,07 ^a ± 1,49	3,73 ^a ± 1,47	3,71 ^a ± 1,64
Opinión general	4,54 ^a ± 1,50	3,91 ^a ± 1,62	3,09 ^b ± 1,69

Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras. (P<0,05).

A simple vista es la muestra control (M0) la que mejores calificaciones tiene, indicando que la presencia de harina de grillo sí que afecta al perfil sensorial de la crema.

En el color la puntuación disminuye a medida que aumenta la concentración. Esto indica que ese aumento de la luminosidad apreciado en el análisis de color es percibido por los consumidores de manera ligeramente negativa. El comportamiento del brillo es similar. A pesar de que esos atributos no tienen diferencias significativas dan una breve idea de la opinión de los consumidores.

En el olor a avellana y el olor a cacao el comportamiento similar. A medida que aumenta la concentración la puntuación de estos atributos disminuye. A su vez se aprecian

diferencias estadísticamente significativas entre M0 y M5 y M10, pero no entre las muestras con harina. Esto indica que la simple presencia de la harina sí que es percibida por los consumidores disminuyendo su calificación a estos atributos, pero que un aumento del doble de la concentración no produce una variación negativa en la percepción.

En los atributos sabor a avellana, sabor a cacao y dulzor ocurre todo lo contrario. Aparecen diferencias significativas entre M0 y M5, y M10. Esto significa que a nivel gustativo la harina de grillo interfiere en estos atributos en concentraciones superiores al 5%, si son menores las diferencias con el control no son significativas.

Con respecto al amargor, es uno de los atributos con la puntuación más baja. Además, las diferencias aparecen al comparar las muestras M0 y M10, estando M5 entre medias de ambas.

En la opinión general, la muestra que más agradó fue la muestra control (M0), seguida de la M5 y luego de la M10.

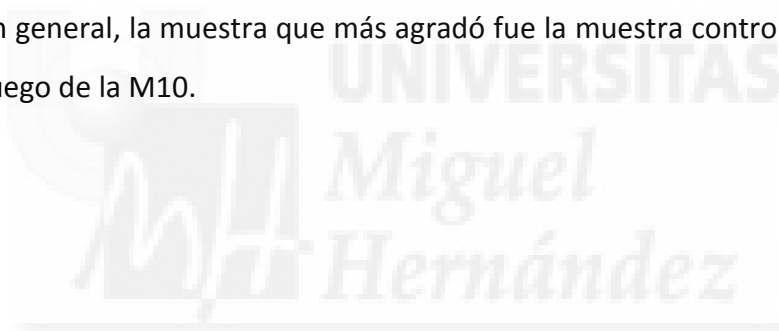
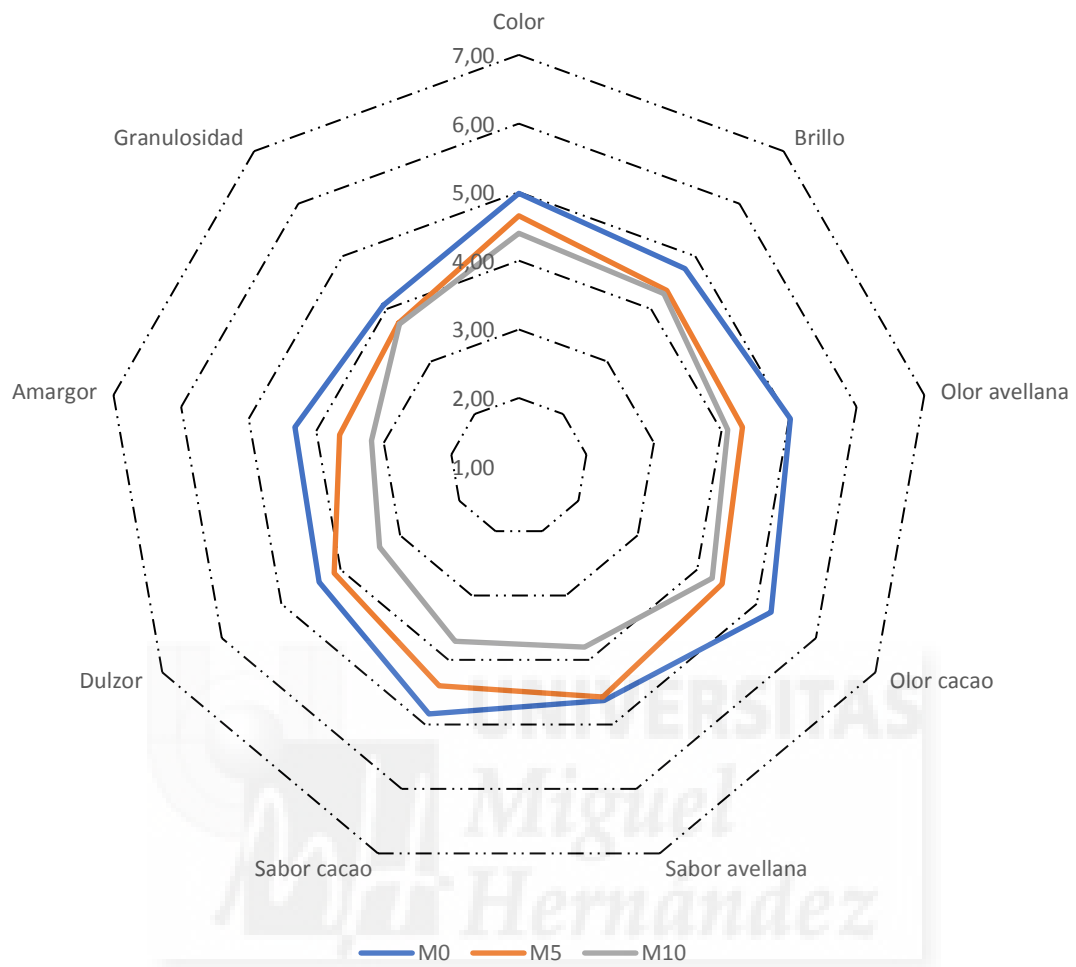
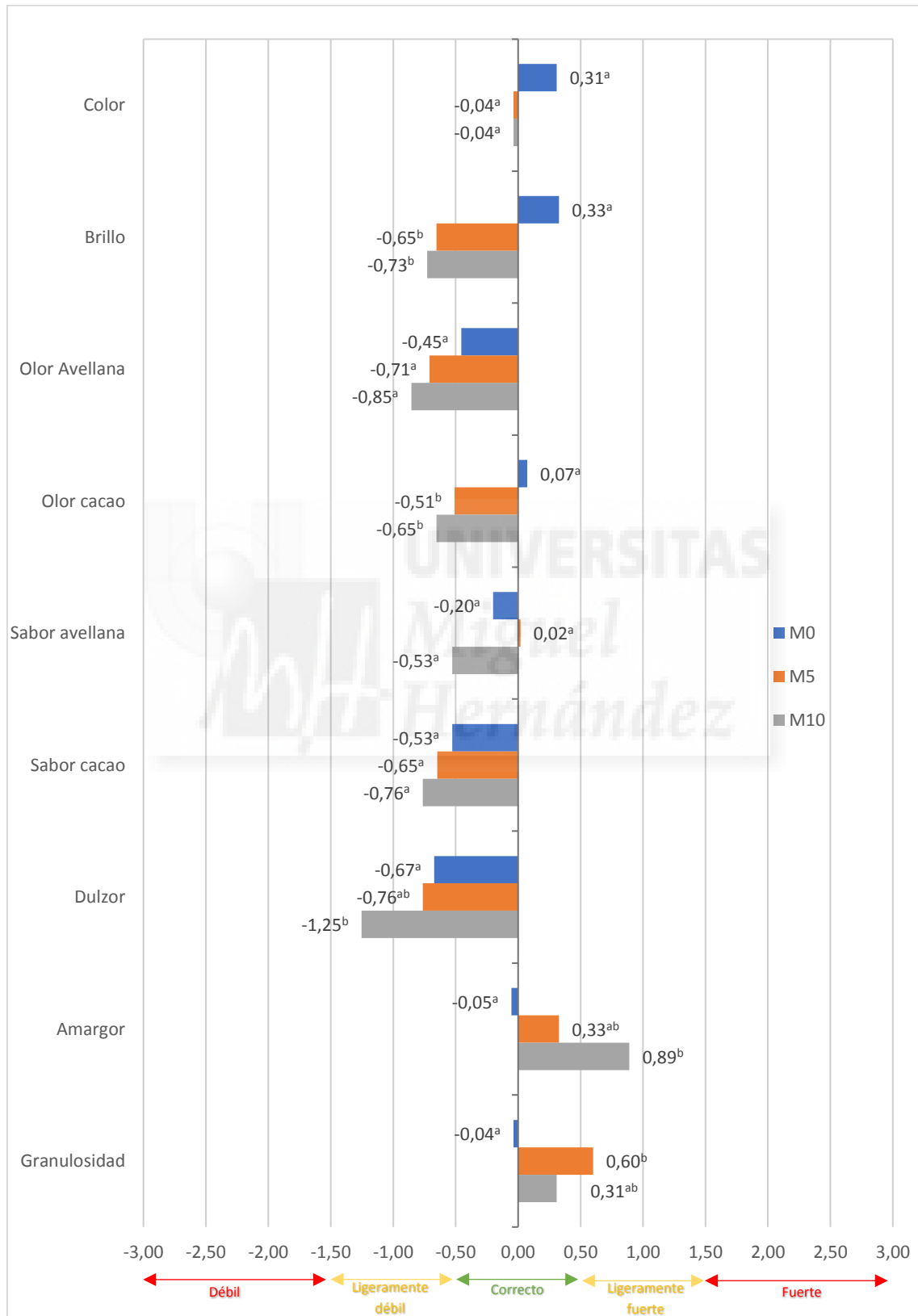


Figura 15. Perfil sensorial de las cremas de cacao



4.3.2. Escala JAR

Figura 16. Prueba hedónica con escala JAR de las muestras de crema de cacao. Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras. ($P < 0,05$).



La **Figura 16** representa los datos obtenidos según el análisis sensorial con la escala JAR (Just About Right)

Al observar el color todas las muestras están en la intensidad correcta, sin haber diferencias significativas entre ellas, indicando que la harina de grillo no afecta a la percepción de la intensidad del color de la crema de cacao-

En el brillo sí que hay diferencias significativas entre la muestra control (M0) y las otras dos (M5 y M10). A su vez M5 y M10 presentan un brillo ligeramente débil. Esta disminución del brillo es una posible consecuencia de la CRA de la harina. El brillo es el resultado del agua superficial presente en la muestra, al tener harina de grillo esta agua es retenida por está impidiendo que participe en la formación del brillo. Aunque no presentan una diferencia significativa sí que se aprecia como la muestra M10 tiene el brillo más débil que la M5, debido a que su concentración de harina de grillo es mayor.

En el olor a avellana no se aprecian diferencias entre las muestras. Se puede destacar que a medida que aumenta la concentración de la harina esta intensidad disminuye. Como consecuencia M0 está en el rango correcto de intensidad y M5 y M10 presentan una intensidad ligeramente débil.

El olor a cacao presenta diferencias entre la muestra control (M0) y las muestras con harina (M5 y M10). La muestra control presenta una intensidad correcta, en cambio las muestras M5 y M10 tienen una intensidad ligeramente débil. También se puede apreciar como al aumentar la cantidad de harina disminuye la intensidad. Esto indica que el introducir harina de grillo varía la percepción del olor a cacao por parte de los consumidores.

Con respecto al sabor a avellana son M0 y M5 las muestras que presentan una intensidad correcta y M10 presenta una intensidad ligeramente débil. En el sabor a cacao todas las muestras presentan una intensidad ligeramente débil, aunque a medida que aumenta la concentración la intensidad disminuye. Al ser el valor de la intensidad de M0 ligeramente débil habría que considerar el subir la concentración de cacao de está en posteriores pruebas.

En los valores del dulzor se aprecia como la muestra control (M0) presenta una baja intensidad, la cual disminuye a medida que aumenta la concentración de grillo. A su vez,

las diferencias estadísticas muestran como hay diferencias entre M0 y M10, siendo M5 similar a ambas. Sería adecuado para futuros experimentos subir la concentración de sirope de agave de todas las muestras para que la intensidad del dulzor de la muestra control fuera la adecuada.

El amargor muestra como es en la muestra M10 donde adquiere un valor ligeramente intenso. También se aprecia como las muestras M0 y M5 tienen una puntuación del amargor correcta, aunque la de M5 es superior a M0. La estadística muestra como sí que hay diferencias significativas entre M0 y M10, pero M5 tiene valores similares a ambas.

En la granulosidad se aprecia como es M5 la muestra con la intensidad más alta, algo curioso ya que no es la muestra con mayor concentración de harina. Este dato es erróneo ya que la molienda de la avellana no fue la correcta dando lugar a una crema inicial con pequeños fragmentos de avellana.

4.3.3. Prueba de ordenación

Los datos de la prueba de ordenación han sido recogidos en la **Tabla 18**, junto con sus medias y desviaciones estándar.

Tabla 18. Datos de la prueba de ordenación

	Posición		
M0	2,69 ^a	±	0,64
M5	1,70 ^b	±	0,69
M10	1,61 ^b	±	0,66

Distintos superíndices representan diferencias significativas entre las muestras (P<0,05)

Se puede ver como a medida que aumenta la concentración de harina más disminuye la posición. Eso nos indique que si hay una percepción del aumento de la cantidad de

harina en la crema por parte de los consumidores. Pero si nos fijamos en las diferencias estadísticamente significativas veos como las muestras M5 y M10 son iguales, indicándonos que los jueces no son capaces de detectar ese aumento de la concentración, pero si la presencia de harina.

4.3.4. Prueba de Índice R

Tabla 19. Índice- R de los atributos de las cremas de cacao

Atributo	IR (%)	IR tabulado + 50%*
Untabilidad	75,19**	61,93
Aroma	60,20	61,93
Sabor	54,15	61,93

*Valores críticos (Bi y O'Mahony, 2017) n=30 y $\alpha=0,05$

**Valores estadísticamente significativos ($P<0,05$).

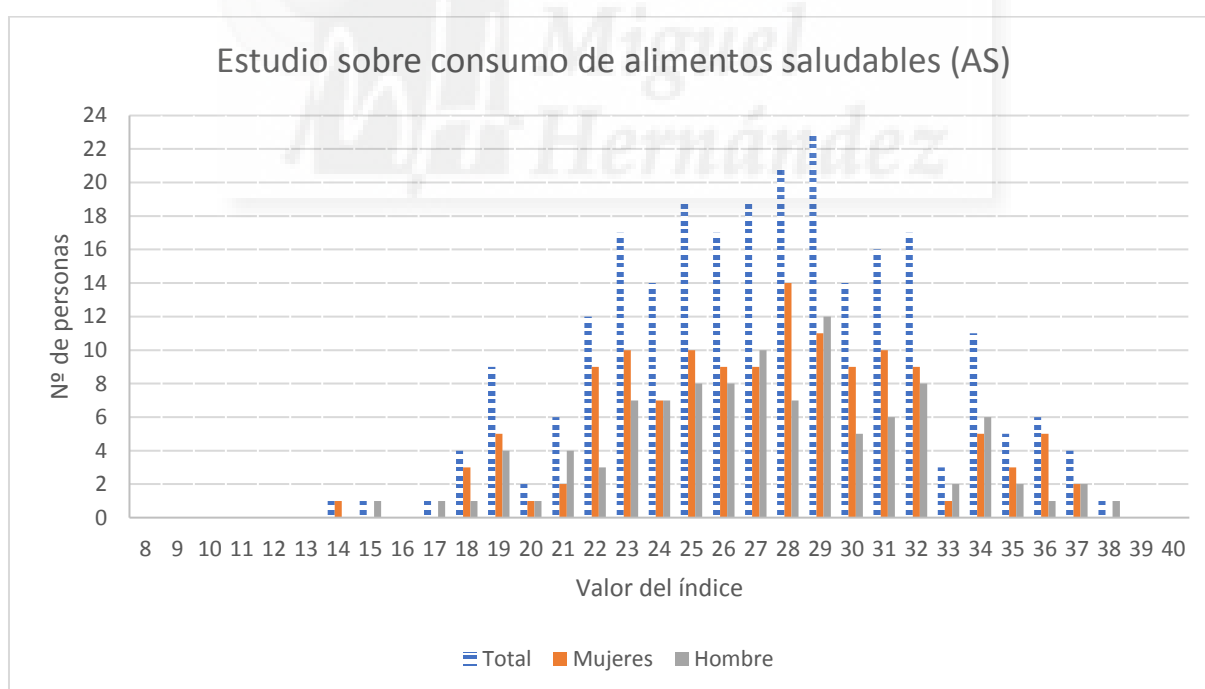
Se aprecia como al comparar las muestras M0 y M5 el atributo que marca la diferenciación por parte de los jueces es a untabilidad. Aroma y sabor no consiguen que los jueces diferencien entre las muestras.

Esta diferenciación debido a la untabilidad coincide con los datos recogidos en el análisis de textura en donde se aprecia un aumento de la firmeza y de la fuerza de corte. A su vez, con esta prueba se entiende que el atributo que ha hecho que los consumidores percibieran la cantidad de harina de grillo en la prueba de ordenación ha sido principalmente la untabilidad.

4.4. Estudio de consumidores

Los resultados obtenidos en el estudio sobre el interés de alimentos saludables (AS) se representan en la **Figura 17** y se aprecia una distribución normal, donde la mayoría de los datos se encuentran en los valores intermedios y disminuyen en los extremos. En ella se ve como las personas aumentan en los valores intermedios y disminuyen en los extremos. Se puede apreciar que la población tiende a tener un interés medio-alto por el consumo de alimentos saludables ya que la mayor parte de los datos se encuentran a la derecha del valor intermedio que sería 24 y el percentil 50 está en el valor 27. Diferenciando entre géneros se ve como la distribución es similar entre ello y siguiendo el mismo percentil 50 que el total de la población. Esto nos indica que el interés por el consumo de alimentos saludables tiende a ser similar entre hombre mujeres

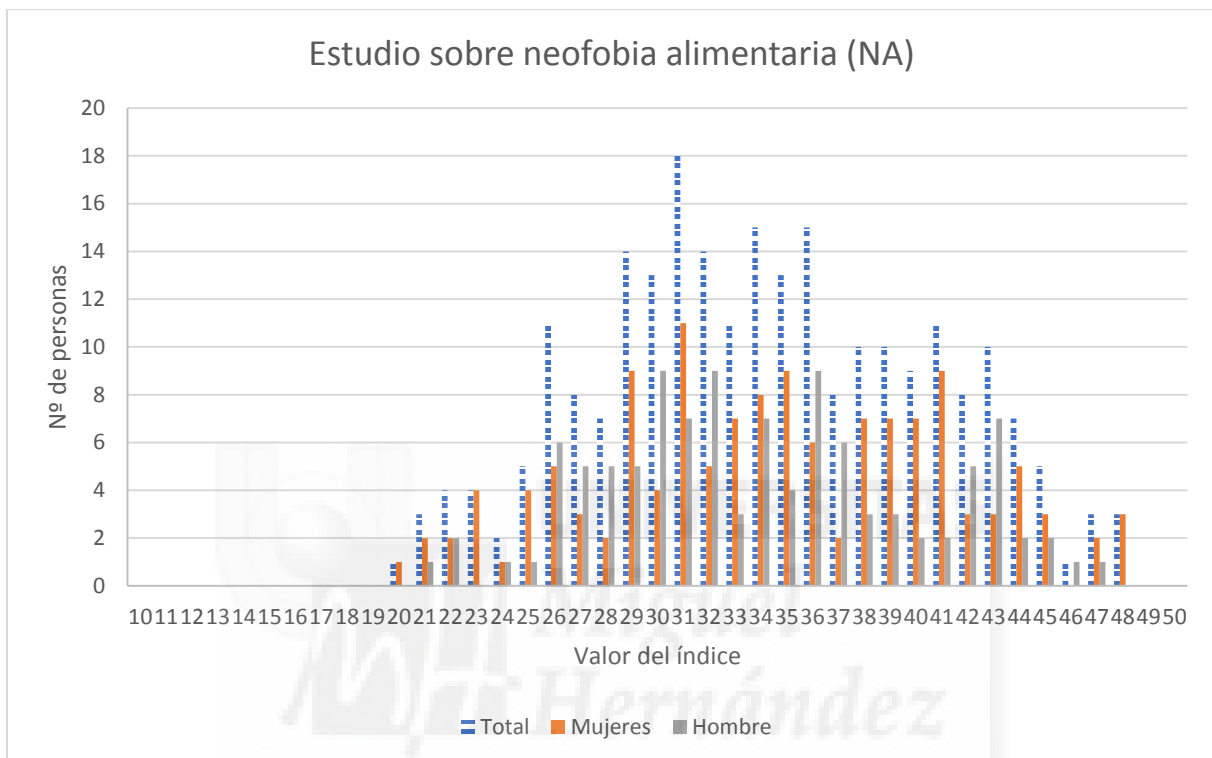
Figura 17. Gráfica de los datos sobre el interés de consumo de alimentos saludables



La neofobia alimentaria presenta un comportamiento similar y su distribución también es normal. Los valores obtenidos han sido representados en la **Figura 18**. En ella se ve como la población total tiende ser mayoritaria en los valores intermedios del índice.

Destacar que el percentil 50 se encuentra en el valor 34 siendo superior al valor intermedio (30). Esto indica que la población consultada tiene ligera tendencia a probar alimentos nuevos.

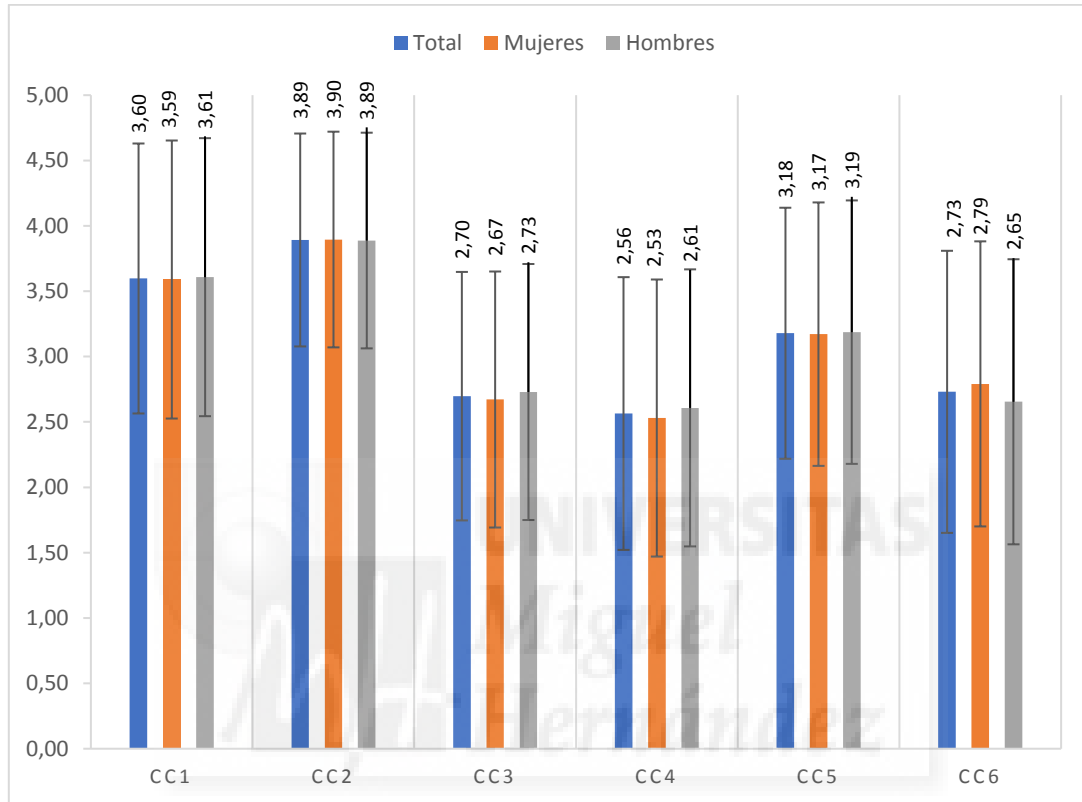
Figura 18. Gráfica de los datos sobre neofobia alimentaria



Por último se presentan los datos sobre el interés acerca de una crema de cacao, los cuales pueden verse en la **Figura 19**. Estos datos presentan uniformidad dentro de las afirmaciones a la que hacen referencia pero difieren entre cada una de ellas. Se aprecia como CC1 (“Tengo curiosidad acerca del sabor o la textura”) y CC2 (“Es una fuente de proteínas alternativa”) son las afirmaciones con mayor puntuación, esto indica que hay curiosidad acerca de una crema con harina de grillo y que se perciben a los insectos como una fuente de proteína. Esto destaca con la siguiente afirmación CC3 (“Parece apetitoso y succulento”), lo que refleja que a pesar de llamar la atención de los consumidores presentan cierto rechazo a ellos. La afirmación CC4 (“No confío en los aspectos de higiene y salud”), refleja que hay confianza en el consumidor acerca de las condiciones sanitarias del procesado de los alimentos. La afirmación CC5 (“No parece

apetitoso ni suculento”) tiene un valor superior a la mitad, asegurando la información dada por la CC3. Por último, la afirmación CC6 (“La idea de que la harina de grillo sea usada me desagrada”) presenta un valor muy cercano a la mitad, indicando que el uso de la harina de grillo no presenta una gran aceptación.

Figura 19. Opinión sobre una crema de cacao con harina de grillo





Conclusiones

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos tras la realización de este Trabajo de Fin de Carrera muestran que:

1. La harina de grillo *Acheta domesticus* ha demostrado ser ingrediente ser alto contenido en proteínas, con capacidad antioxidante y unas propiedades tecno-funcionales similares a otras harinas experimentales
2. La introducción de esta harina en una crema de cacao afecta a las propiedades fisicoquímicas de la misma, como actividad de agua, textura (firmeza y fuerza de corte) y color (luminosidad) a medida que aumenta la concentración. A su vez, el incremento de la concentración genera un aumento de la cantidad de proteínas de la crema.
3. A nivel sensorial, se aprecia una modificación de los atributos principales a medida que aumenta la concentración de harina y que los consumidores no establecen diferencias entre 5% y 10%, pero si detectan la introducción de esta
4. El atributo diferenciador entre la muestra control y la de 5% es su textura.
5. El estudio de consumidores muestra que la población consultada presenta una distribución normal hacia el interés del consumo de alimentos saludables y neofobia alimentaria. No hay diferencias en la distribución de estos índices entre sexos. Sin embargo se ve un ligero interés por a la alimentación saludable y por probar alimentos nuevos. También, además de percibir los posibles beneficios de su consumo todavía presentan un cierto nivel de rechazo.

Referencias bibliográficas

6. Referencias bibliográficas

- 1) Aarnink, A.J.A., Keen, A., Metz, J.H.M., Speelman, L. & Verstegen, M.W.A. 1995. Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slatted floors. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 62:105–116.
- 2) Adamolekun, B. 1993. *Anaphe venata* entomophagy y seasonal ataxic syndrome in southwest Nigeria. *Lancet*:341:629.
- 3) Adamolekun, B., McCandless, D.W. & Butterworth, R.F. 1997. Epidemic of seasonal ataxia in Nigeria following ingestion of the African silkworm *Anaphe venata*: Role of thiamine deficiency? *Metabolic Brain Disease*, 12:251–258.
- 4) Ahmed, J., Al-Attar, H., Arfat, Y.I. 2016. Effect of particle size on compositional, functional, pasting and rheological properties of commercial water chestnut flour. *Food Hydrocolloids*, 52: 888-895.
- 5) Bellés, X. 1997. Los insectos y el hombre prehistórico. *Bull. Sociedad de Entomología Aragonesa*, 20:19–325.
- 6) Bi J, O'Mahony M (1995) Table for testing the significance of the R-index. *J Sensory Study*, 10:431–437.
- 7) Birgit A. Rumpold, Oliver K. Schluter. 2012. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57:802–823.
- 8) Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28: 25-30.
- 9) Buzzi, Z.J., Miyazaki, R.D. 1993. *Entomologia Didáctica*. Editora da UFPR, Curitiba.
- 10) Campuzano, A., Rosell, C. M., Cornejo, F. 2018. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. *Food Chemistry*, 256: 11–17.
- 11) Carter, P. (1971). Spectrophotometric determination of serum iron at the submicrogram level with a new reagent (ferrozine). *Analytical Biochemistry*, 40: 450-458.
- 12) Cerda-Tapia, A., Pérez-Chabela, M. L., Pérez-Álvarez; J.A, Fernández-López, J, Viuda-Martos, M. 2015. Valorization of Pomace Powder Obtained from Native

- Mexican Apple (*Malus domestica* var. *rayada*): Chemical, Techno-functional and Antioxidant Properties. *Plant Foods Human Nutrition*, 70: 310–316.
- 13) Chapagain, A.K. & Hoekstra, A.Y. 2003. Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products. *Value of Water Research Report Series No. 13*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
 - 14) Collavo, Alberto & Glew, R.H. & Huang, Y-S & Chuang, L.T. & Bosse, R & Paoletti, Maurizio. (2005). Housecricket smallscale farming in Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails. *House Cricket Small-scale Farming. Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails*.
 - 15) Costa-Neto, E.M. 2003. Entertainment with insects: singing and fighting insects around he world. a brief review. *Etnobiología* 3: 21–29.
 - 16) Crook R.J. & Walters, E.T. 2011. Nociceptive behavior and physiology of mollusks: animal welfare implications. *ILAR J*, 52: 185–195.
 - 17) DeFoliart, G.R.1989. The human use of insects as food and as animal feed. *Entomological Society of America*, 35:22–35.
 - 18) Elias, S., 2010. The use of insect fossils in archaeology. *Advances in Quaternary Entomology*. 12:89–121.
 - 19) Giaccone, V. 2005. Hygiene and health features of “minilivestock”. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*. 579–598. New Hampshire, Science Publishers.
 - 20) Handley, M.A. 2007. Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *American Journal of Public Health*: 900–906.
 - 21) Hölldobler, B., Wilson, E.O., 1994. *Journey to the Ants: A Story of Scientific Exploration*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
 - 22) Hou, L., Shi, Y., Zhai, P., & Le, G. 2007. Inhibition of foodborne pathogens by Hf-1, a novel antibacterial peptide from the larvae of the housefly (*Musca domestica*) in medium and orange juice. *Food Control*, 18:1350–1357.

- 23) Jensen, R. L., Newsom, L.D., Herzog, D.C., Thomas, J.W., Farthing, B.R. & Martin, F.A. 1977. A method of estimating insect defoliation of soybean. *Journal of Economic Entomology*, 70:240–242.
- 24) Kirkpatrick, T.W. 1957. *Insect life in the tropics*. London, Longmans, Green.
- 25) Klunder, H.C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J.M. & Nout, M.J.R. 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26:628–631.
- 26) Lindqvist, L. & Block, M. 1995. Excretion of cadmium during moulting and metamorphosis in *Tenebrio molitor* (Coleoptera; Tenebrionidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 111:325–328.
- 27) López-Márcores, M.C., Bailina, C., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J.A., Fernández-López, J. Properties of dietary fibers from agroindustrial coproducts as source for fiber enriched foods. *Food Bioprocess Technology*, 8:240-248.
- 28) Lucas-González, R., Viuda-Martos, M., Pérez-Álvarez, J.A., Fernández-López, J. Evaluation of Particle Size Influence on Proximate Composition, Physicochemical, Techno-Functional and Physio-Functional Properties of Flours Obtained from Persimmon (*Diospyros kaki* Trumb.) Coproducts. 2017. *Plant Foods Human Nutrition*, 72:67–73.
- 29) Oonincx, D.G.A.B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. & van Huis, A. 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5:e14445.
- 30) Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction: Antioxidant activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japan Journal of Nutrition*, 44(6), 307-315.
- 31) Paul, A, Frederich, M, Megido, R.C, Alabi, T, Malik, P, Uyttenbroeck, R, Francis, F, Blecker, C, Haubruge, E, Lognay, G, Danthine, S. 2017. Insect fatty acids: A comparison of lipids from three Orthopterans and *Tenebrio molitor* L. larvae. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20:337–340.
- 32) Pliner, P., Hobden, K. 1992. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, 19:105-120

- 33) Ramos-Elorduy and Pino Moreno, 1989. Ramos-Elorduy, J., Pino Moreno, J.M., 1989. *Los Insectos Comestibles del México Antiguo*. AGT Editor, México, D.F.
- 34) Senti, G., Lundberg, M. & Wüthrich, B. 2000. Asthma caused by a pet bat. *Allergy*, 55:406–407.
- 35) Siracusa, A., Marcucci, F., Spinozzi, F., Marabini, A., Pettinari, L., Pace, M.L. & Tacconi, C. 2003. Prevalence of occupational allergy due to live fish bait. *Clinical and Experimental Allergy*, 33:507–510.
- 36) Smil, V. 2002. Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 305–311.
- 37) Sogari, G., Menozzi, D., Mora, C. 2017. Exploring young foodies ' knowledge and attitude regarding entomophagy: A qualitative study in Italy. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 7:16–19
- 38) Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & de Haan, C, eds. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome, FAO.
- 39) Vega, F. & Kaya, H. 2012. *Insect Pathology*. London, Academic Press.
- 40) Vijver, M., Jager, T., Posthuma, L. & Peijnenburg, W. 2003. Metal uptake from soils and soil-sediment mixtures by larvae of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 54:277–289.
- 41) Walker, T.J. House Cricket, *Acheta domesticus* (Linnaeus) (Insecta: Orthoptera: Gryllidae).
- 42) Wallecan, J., McCrae, C., Debon, S.J.J., Dong, J., Mazoyer, J. 2015. Emulsifying and stabilizing properties of functionalized orange pulp fibers. *Food Hydrocolloids*, 47: 115-123.
- 43) Wicke, C. 1982. Así comían los aztecas. *Esplendor del México antiguo* 2, 983–994.
- 44) Yen, A.L. 2005. Insects and other invertebrate foods of the Australian aborigines. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*, pp. 367–388. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- 45) Yi, C., He, Q., Wang, L., Kuang, R., 2010. The utilization of insect resources in Chinese rural area. *The Journal of Agricultural Science*, 2:146–154.
- 46) Zhanga, W., Zenga, G., Pana, Y., Chena, W., Huangb, W., Chena, H., Li, Y. 2017. Properties of soluble dietary fiber-polysaccharide from papaya peel obtained

through alkaline or ultrasound-assisted alkaline extraction. *Carbohydrate Polymers*, 172:102–112.

- 47) Zielinska, E., Karas, M., Jakubczyk, A. 2017 Antioxidant activity of predigested protein obtained from a range of farmed edible insects. *International Journal of Food Science and Technology*, 52:306–312
- 48) Zivotofsky, A.Z., 1996. Further clarifications on kosher insects. *American Entomology*, 42:195–196.

