

10529
3



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de
Química

**"DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS
GUSANOS DE MAGUEY BLANCO (*Acentrocne-
hesperiaris*) Y ROJO (*Cossus redtenbachi*)"**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A :
EVERARDO BASURTO LABASTIDA

**DIRECTORAS: DRA. SARA ESTHER VALDES MARTINEZ
M.C. CAROLINA MORENO RAMOS**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



Departamento de
Exámenes Profesionales

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Determinación de la composición química de los gusanos de maguey
blanco (*Acentrocne me hesperiaris*) y rojo (*Cossus rectenbachii*)

que presenta el pasante: Ernesto Basurto Labastida
con número de cuenta: 975235 - 2 para obtener el título de:
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 16 de Mayo de 2002

PRESIDENTE M.en C. Rosa M. Arriaga Orihuela
VOCAL Dra. Sara E. Valdés Martínez
SECRETARIO I.B.Z. Leticia Figueroa Villareal
PRIMER SUPLENTE I.A. Laura Vilaria Montoya
SEGUNDO SUPLENTE I.A. Miriam Alvarez Velasco

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DEDICATORIA

Dedico está tesis:

A mi padre el Sr Everardo Basurto Benítez

Al que reconozco y agradezco su gran esfuerzo por brindarme una buena educación que hoy esta dando frutos. Por todo tu apoyo en los proyectos que me he propuesto. ¡ GRACIAS!.

Te dedico este proyecto con la plena seguridad de que lo aceptas con el mismo cariño que siempre me haz dejado sentir.

Sin tu ayuda ninguno de mis sueños sería hoy una realidad con todo mi amor y respeto..... esta realidad también es tuya.

Mi madre la Sra Gloria Labastida Rivera

A quien debo mi vida.

Mujer que siempre ha tenido palabras dulces y reconfortantes para mi espíritu. Hoy querida goce se cumple un deseo más de los que haz pedido a Dios se cumplieran.

Por tu paciencia, tenacidad y amor ¡MUCHAS GRACIAS!

A mis hermanos Amando, Jhoana, Susana, Noe y Nabile.

A quines les debo su ejemplo y mi deseo de superación.

Por todos los momentos tan bellos y especiales; por su hermandad y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por su infinito poder y bondad.

Por la felicidad que da a mi vida.

Por la dicha de dejarme crecer en una hermosa familia.

Por la oportunidad que me brinda de tener unos padres adorables y sin igual.

Por la esperanza y alegría que me brinda por ser mejor cada día.

Por estar presente en mi corazón en todo momento y por permitirme acercarme a él cada vez que lo necesito.

A la UNAM por darme el honor de pertenecer a esta casa y otorgarme una de las cosas más valiosas de la vida la carrera universitaria.

A la Dra. Sara Esther Valdés Martínez por guiar acertadamente este trabajo y por su apoyo incondicional en estos últimos años.

A la M.C. Carolina Moreno Ramos por su gran aportación y dedicación para terminar esta última etapa de estudiante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

Tablas	IV
Figuras	V
Objetivos	VI
Hipótesis	VI
Introducción	1,2
Generalidades	3
1) Descripción del gusano rojo de maguey	4
1.1) Taxonomía	4
1.2) Temporada de producción	4
1.3) Descripción morfológica	4-7
a) Huevo	4
b) Larva	4,5
c) Pupa	6
d) Adulto	6,7
2) Descripción del gusano blanco de maguey	7
2.1) Taxonomía	7
2.2) Temporada de producción	7
2.3) Descripción morfológica	7-11
a) Huevo	7,8
b) Larva	8
c) Pupa	8,9
d) Adulto	10-11
3) Composición química de los gusanos de maguey	12
3.1) Proteínas	12-14
3.1.1) Aminoácidos	15-17
a) Aminoácidos esenciales	15
b) Aminoácidos no esenciales	15
3.2) Lípidos	17,18
3.2.1) Ácidos grasos	19-21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a) Ácidos grasos saturados	19
b) Ácidos grasos insaturados	20
3.3) Minerales	21-23
3.4) Quitina	23
a) Estado natural	23,24
b) Propiedades físicas	24
c) Propiedades químicas	24,25
4) Método de identificación de ácidos grasos	
4.1) Cromatografía de gases	25,26
4.2) Descripción del proceso cromatográfico	26
a) Gas vehículo	27
b) Reguladores de presión y medidores de flujo	27
c) Sistema de inyección	27
d) Columnas	27,28
e) Estufa de la columna	28
f) Detectores	28
5) Importancia del gusano de maguay como alimento	29
6) Formas de consumo de los gusanos de maguay	30,31
6.1) Gusano blanco de maguay	30
6.2) Gusano rojo de maguay	30
7) Cuadro metodológico	32
7.1) Colecta	33-35
a) Gusano rojo de maguay	33
b) Gusano blanco de maguay	33
7.2) Conservación	35
7.3) Preparación de la muestra	35,36
7.4) Análisis químico	36
7.5) Resultados	37,38
7.6) Análisis de resultados y discusión	38-42
7.7) Conclusiones	43-44

ANEXOS

Anexo A. Técnicas de análisis	45-50
1) Humedad	45
2) Cenizas	45
3) Grasa	46
4) Ácidos grasos	46,47
5) Proteína	47,48
a) Método Kjeldhal	47
b) Técnica Bradford	48
6) Obtención de Quitina	49,50
Anexo B. Cromatogramas	
1) Gusano rojo de maguery.	51
2) Gusano blanco de maguery	52
Referencias	53,54

INDICE DE TABLAS

Num	Titulo	Pág
1	Composición química de los gusanos de maguery	12
2	Clasificación de las proteínas de acuerdo con su composición, forma, 13 solubilidad y función biológica	
3	Requerimientos de proteína	14
4	Contenido de proteínas de algunos insectos y alimentos de origen animal y 14 vegetal	
5	Contenido de aminoácidos de los gusanos de maguery blanco (<i>Acentrocne</i> 16 <i>hesperiaris</i>) y rojo (<i>Cossus redtenbachf</i>).	
6	Clasificación de los lípidos	17
7	Contenido de grasa de algunos insectos y alimentos de origen animal y 18 vegetal	
8	Ácidos grasos saturados	19
9	Ácidos grasos insaturados	20
10	Composición de los glicéridos de la grasa de Aegiale (<i>Acentrocne</i> 21 <i>hesperiaris</i>).	
11	Características físicas y químicas de la grasa de Aegiale (<i>Acentrocne</i> 21 <i>hesperiaris</i>).	
12	Función biológica de los minerales	22
13	Alimentos ricos en distintos minerales	23
14	Análisis de los componentes químicos de los gusanos de maguery blanco y 37 rojo	
15	Resultados del perfil de ácidos grasos de los gusanos de maguery rojo y 38 blanco	
16	Media (\pm desviación estándar) de los componentes químicos de los gusanos 38 de maguery	

INDICE DE FIGURAS

Fig	Nombre	Pág
1	Estado larvario del gusano rojo de maguey .	6
2	Huevo de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	9
3	Larva de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	9
4	Pupa de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	10
5	Adulto hembra de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	11
6	Adulto macho de <i>Acentrocneme hesperiaris</i>	11
7	Estructura química de la quitina	24
8	Diagrama de un cromatógrafo de gases	26
9	Forma de preparación para consumo del gusano blanco de maguey.	31
10	Diferentes platillos típicos de insectos comestibles	31
11	Recolección del gusano rojo de maguey.	34
12	Recolección del gusano blanco de maguey.	34
13	Gusano blanco de maguey	35
14	Preparación de quitina y quitosan	50

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición química de los gusanos de maguëy rojo (*Cossus redtenbachi*) y blanco (*Acentrocne me hesperiaris*), poniendo cierto énfasis en los parámetros de proteína y grasa. En proteína realizando un estudio comparativo que implique el empleo de dos diferentes métodos analíticos para cuantificar el porcentaje promedio de ésta y determinar en grasa la composición de ácidos grasos presentes en estos gusanos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Determinar la composición química proximal del gusano rojo de maguëy (*Cossus redtenbachi*) y del gusano blanco de maguëy (*Acentrocne me hesperiaris*).
- 2) Cuantificar el contenido de proteína del gusano rojo de maguëy (*Cossus redtenbachi*) y del gusano blanco de maguëy (*Acentrocne me hesperiaris*).
- 3) Realizar un perfil del ácidos grasos presentes en la grasa del gusano rojo de maguëy (*Cossus redtenbachi*) y del gusano blanco de maguëy (*Acentrocne me hesperiaris*).

PAGINACION

DISCONTINUA

El presente documento describe el proceso de paginación discontinua en un sistema de gestión de documentos. Este proceso permite que los documentos sean paginados de manera que se mantenga la continuidad de la información a lo largo de las páginas, incluso cuando se insertan o eliminan páginas. Esto es especialmente útil en sistemas de gestión de documentos donde se requiere que los documentos sean accesibles y comprensibles para los usuarios, incluso cuando se realizan modificaciones o actualizaciones.

INTRODUCCION

Los seres humanos de diferentes civilizaciones han consumido insectos como parte de sus hábitos alimenticios y otras veces por considerarlos una delicia. Las culturas del México antiguo tenían la costumbre de incluir en su dieta diferentes insectos que llegaron a ser demandados como impuestos a los pueblos dominados (Chen y Osorno ,1981).

En México se desconoce el origen de la época exacta del inicio de la ingesta de insectos por no contar con datos precisos que indiquen las razones que originaron esta costumbre, que ha llegado hasta nuestros tiempos, ya que se ha obtenido poca información de los códices y otros documentos escritos después de la conquista. Sin embargo hasta hoy existe la costumbre de la vermifagia (consumo de gusanos) , en particular del gusano de maguety (*Acentroneme hesperiaris*), el cual es considerado como una delicia ó un alimento delicatessen; y otros cuyo consumo ya no se practica como, el gusano de maíz (*Heliothis zea* y *Spodotera frugiperda*), y algunos gusanos acuáticos (*Anax spp*). (Ramos, 1989). Tradicionalmente han sido consumidos por la gente humilde de México y por gente de la clase alta, quienes gustan de ellos por su sabor particular. (Ramos, 1998).

Entre los recursos derivados del maguety se encuentra el llamado gusano de maguety blanco y rojo, tradicionalmente utilizados como alimento para consumo humano y valorizado como un platillo exquisito y nutritivo de la comida mexicana. (Manzano, 1988).

El presente trabajo se aboca al estudio del gusano rojo de maguety (*Cossus redtenbachi*) y el Gusano blanco de Maguety (*Acentrocne me hesperieris*) , la cual deberá tomarse como una contribución al mejor conocimiento de estos insectos.

En lo que respecta a los gusanos de maguety rojo (*Cossus redtenbachi*) y blanco (*Acentrocne me hesperiaris*) la literatura reporta un valor nutritivo, con base al contenido de Proteína (37.10 - 71% en base seca) para el gusano rojo y en el caso del gusano blanco (30.28 - 51 % en base seca). Ante tal cantidad y debido a ciertos componentes (Nitrógeno por ejemplo) en esta especie, en el presente trabajo se pretendió realizar un estudio mediante el

cual se utilizaron dos métodos diferentes para cuantificar este parámetro y comprobar que tan importante puede llegar a ser el aporte nutrimental de estos gusanos. a ser el aporte nutrimental de estos gusanos.

GENERALIDADES

La importancia de los insectos comestibles se incrementa notablemente dada la amplia distribución que tienen los hospederos en la República Mexicana, sobre todo en las zonas áridas y semiáridas, a su valor nutritivo y a la alta eficiencia de conversión que poseen, por lo que los insectos podrían representar en un futuro una fuente potencial de proteínas de origen animal cada vez más necesarias y prometedora para el mundo en el cual los alimentos escasean de manera alarmante. (Ramos, 1987).

Una de las principales plantas que se cultivan en el centro del país, es el maguey, los productos derivados de éste vegetal que son susceptibles de ser explotados, como el aguamiel, mezcal, tequila, azúcares, celulosa y pulque. Sin embargo, la fauna asociada al maguey, principalmente insectos, ha sido relativamente poco estudiada, tal es el caso de los escamoles (*Liomotopum apiculatum*), del gusano rojo de maguey (*Cossus redtenbachi* Hamm) comúnmente llamado chinicuil, chilocuil, y del gusano blanco del maguey (*Acentroneme hesperiaris* Walker) llamado meocuil, champolaco, meocuilli. Su importancia se debe a que puede llegar a ser una fuente de alimentación en países donde el nivel económico del pueblo no permite el consumo suficiente de alimentos de primera necesidad (leche, carne, huevos, etc.) (González de Lima, 1986).

Los insectos son usados como alimento en muchas partes del mundo, tal es el caso de los Arabes que consumen grillos (*Orthoptera, Acrididae*), algunos nativos de Africa que consumen hormigas, termitas, orugas, escarabajos y saltamontes. En México hay una gran variedad de insectos que se consideran un manjar, como son: Los jumiles (*Euchistus zopilotensis* Distant, *Edessa mexicana* Stal y *Atizies sulfutus*; Orden Hemiptera), los ahuahutles (huevoceillos de *Krizouzacorixa femorata* Guer, k. azteca Jacs, *Corisella texcocana* Jacs y *C. mercenaria* Say; Orden Hemiptera), axayácatls (larvas e imagos de *Krizouzacorixa femorata* Guer, K. azteca Jacs, *Corisella texcocana* Jacs, *Corisella mercenaria* Say y *Notonecta unifasciata*; Orden Hemiptera), Sats (orugas de lepidóptero), y los insectos asociados al maguey mencionados anteriormente. Estos insectos se consumían ya en las antiguas ciudades de México Precolombino y se han realizado estudios con el fin de examinar la alta calidad nutrimental de la dieta de éstos pobladores. (Chen y Osorno, 1981).

1. DESCRIPCION DEL GUSANO ROJO DE MAGUEY

1.1 TAXONOMIA

Como gusano rojo de maguey o "chilocuillín" se conocen en México las larvas de un lepidóptero ubicado taxonómicamente de la forma siguiente:

CLASE - INSECTA
SUBCLASE - PTERIGOTA
ORDEN - LEPIDOPTERA
SUBORDEN - FRENATA
SUPERFAMILIA - COSSIDAE
FAMILIA - COSSIDAE
GENERO - *Cossus*
ESPECIE - *Cossus redtenbachi*

1.2 TEMPORADA DE PRODUCCIÓN

Se producen durante el periodo de lluvias, entre los meses de julio y septiembre. Encontrándose en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Estado de México, Puebla, Oaxaca, Hidalgo y Tlaxcala, siendo éstos últimos, los estados que más consumen este gusano. (Granados, 1993).

1.3 DESCRIPCION MORFOLOGICA

a) Huevo

Por los meses de Abril y Mayo , las mariposas hembras depositan los huevecillos en la parte inferior de las pencas de los magueyes, en un número de 40 a 50 , dispuestos por grupos de 5 a 6 , cubriendo la masa de huevecillos con una sustancia mucilagosa de color negro. (Granados, 1993).

Tienen la forma de diminutos cilindros que miden medio milímetro de diámetro por un milímetro de altura ; su consistencia es coriácea , la superficie áspera y reticulada , y color ocre oscuro.(Manzano, 1988).

b) Larva

Después de 12 a 15 días eclosionan los huevecillos y las larvas invaden las partes subterráneas de la planta alimentándose del tronco o piña del maguey. Pasan por 4 estadios larvales en un lapso de 4 a 6 meses , después de los cuales alcanzan su mayor desarrollo (Agosto - Septiembre) y pupan en el suelo. (Granados, 1993).

Las larvas son blanquecinas ligeramente rosadas , miden de 3 a 4 mm perforan la parte superficial y se introducen en los tejidos blandos de la penca.

Transcurridos de 14 a 20 días las larvas han aumentado de tamaño, coloración, sufren entonces su segunda muda y algunos días después completan dos nuevos cambios. (Granados, 1993).

Llegando al estado adulto, las larvas miden de 5 a 6 cm de longitud y presentan los siguientes caracteres morfológicos; la cabeza que es de color café oscuro , está ligeramente endurecida ; el tórax está formado por 3 segmentos y el abdomen por 10 , todos ellos son de una consistencia cariácea. Los segmentos tienen una coloración rojo - carmin, mayormente pronunciada en el centro, y que se debilita hacia los costados, llegando a ser blanquecina en los flancos. Tienen cerdas muy pequeñas de color café que por el dorso se orientan en tres franjas longitudinales, situadas a uno y otro lado del centro; sobre la cara ventral sólo se señalan dos de dichas hileras y las cerdas en esta última son de menor tamaño y mucho menos consistentes; en la cara dorsal del décimo segmento, hay un proceso quitinoso, parecido a un cuerno, que se dirige oblicuamente hacia arriba, y en la cara ventral del mismo, aparecen dos protuberancias hemisféricas provistas de una depresión lineal media, que hacen veces de pies fijadores, ayudados por una secreción mucilagosa. Los segmentos torácicos en su cara ventral un par de patas, cada una de ellas provista de 3 artejos, terminando el último en una uña quitinosa. El tercero, cuarto, y quinto segmentos, llevan también un par de patas, suplementarias, de forma lobulada, de consistencia muy blanda y que presentan su borde superior, limitado por finas uñas quitinosas. La desembocadura del sistema respiratorio, se establece a través de nueve pares de estigmas laterales distribuidas de la siguiente manera: uno en el protórax y los restantes, del primero al octavo segmento abdominales, con un ligero surco en la parte superior amarillento en la parte inferior, la cabeza y las partes córneas son pardas, las mandíbulas casi negras. (Manzano,1988)

La primera muda se efectúa a los 10 o 12 días de haber nacido el gusano, mientras aparecen abrigadas en los tejidos del maguicy, efectúan 3 mudas y ya sepultadas en la tierra y en el momento preciso de volverse crisálidas experimentan una cuarta y última muda. (Manzano,1988).

Figura No 1 Estado larvario del gusano rojo de maguey (*Cossus redtenbachi*)



FUENTE: <http://www.insectia.com>

c) Pupa

Generalmente al terminar la estación de lluvias, y principiando el invierno las orugas salen de sus guaridas, recorren el tallo del maguey y se introducen en tierra floja. Con ayuda de una secreción forman una tela sedosa tupida, a la que se adhieren los granos de tierra. Así pasan la estación fría, sin consumir alimentos. (Manzano,1988)

Al finalizar la estación fría, por el mes de febrero, las crisálidas, que han conservado un color café oscuro, se ven palidecer, poco a poco, hasta tomar un ligero tinte amarillo. (Manzano,1988)

d) Adulto

Las mariposas del gusano rosado es negruzca; las antenas y el borde costal de las alas anteriores , 17 días después de formado el capullo , tienen una coloración amarillenta. Su transformación en mariposa perfecta dura aproximadamente 40 días; la hembra mide 18 mm de longitud por 35 de extremo a extremo de las alas, su cuerpo es vellosa, de color café claro, que se hacen blanquecino al principio del abdomen; en las alas anteriores se dibujan 2 franjas de color café amarillento; en el primer par de alas a expensas de esta franja oblicua, se origina un adorno semilunar, hay una mancha clara, triangular cuya base corresponde al protórax; sobre el resto de la misma ala, hay diseminadas abundantes manchas de color café. Las antenas presentan dos filamentos de coloración ligeramente más clara. (Manzano,1988)

El macho mide 14 mm de longitud por 22 de extremo a extremo de las alas y presentan caracteres muy semejantes a los de la hembra, con la particularidad de que tiene predominio de color café oscuro, sobre el cuerpo y sobre las alas anteriores; las antenas son plumosas (Manzano, 1988).

2. DESCRIPCION DEL GUSANO BLANCO DE MAGUEY

2.1 TAXONOMIA

Como gusanos blancos de maguey o meocules se conocen en México las larvas de un lepidóptero ubicado taxonómicamente de la forma siguiente:

CLASE - INSECTA

SUBCLASE - PTERIGOTA

ORDEN - LEPIDOPTERA

SUBORDEN - FRENATA

SUPERFAMILIA - HESPEROIDEA

FAMILIA - MEGATHYMIDAE

GENERO - *Acentrocne*

ESPECIE - *A. hesperiaris Walker*

2.2 TEMPORADA DE PRODUCCION

Se producen en las pencas de los magueyes chicos, siendo su temporada de mayo a julio, aunque el mejor tiempo para colectarlos es en junio. Encontrándose en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala, siendo éstos últimos, los estados que más consumen este gusano. (Granados, 1993).

2.3 DESCRIPCION MORFOLOGICA

a) Huevo

Las hembras ponen sus huevecillos normalmente en pequeños grupos, separados entre sí, generalmente de 3 a 10, depositados casi siempre sobre el envés de las hojas o pencas durante octubre, noviembre y diciembre. El periodo de incubación dura de 15 a 25 días. Los huevos son de forma cónica, blancos con una ligera depresión en el vértice; miden aproximadamente

2 mm de diámetro y se adhieren por su base con ayuda de una sustancia viscosa que emite la hembra en la postura. (Manzano,1988)

b) Larva

El nacimiento de las larvas ocurre por el mes de enero; la etapa larvaria se cumple en un tiempo de 3 a 4 meses pasando por cuatro estadios, por lo tanto ocurren 4 mudas durante el desarrollo larvario. (Manzano,1988)

Las diminutas larvas son blanquecinas, miden de 4 a 5 mm de longitud, su cabeza es desproporcionalmente mayor que el resto del cuerpo y la larva no presenta integralmente los caracteres morfológicos de la oruga adulta, ya que carecen de escudo quitinoso típico, notándose apenas en su lugar un ligero endurecimiento ectodérmico. La eclosión se efectúa por la parte más delgada del vértice, y los pequeños animales que nacen, caminan sobre la superficie de la penca, perforan la epidermis y labran una diminuta galería, donde se alojan. (Manzano,1988)

La oruga poco a poco, aumenta de tamaño hasta alcanzar la longitud aproximada de 7 cm por 1.5 de diámetro, a principio de abril en que parece haber terminado su desarrollo. Estas orugas aparecen con un tinte blanquecino por el dorso, con abundantes y diminutas cerdas de color café; son cilíndricas, ligeramente aplanadas por la cara ventral; con cabeza, tórax y 12 segmentos bien diferenciados, de consistencia blanda. Cada oruga pesa aproximadamente 5 gramos y despiden un olor suigénris. Sobre la cara dorsal y en los flancos aparecen los bulbos pilosos de las cerdas. La cabeza es vellosa y presenta dos lóbulos hemisféricos, separados en la línea media por la sutura metópica; en la parte posterior se encuentra el foramen occipital, a través del cual pasan los diversos órganos que ligan la cabeza con el cuerpo. Las antenas son triarticuladas con sus tres artejos desiguales. (Manzano,1988)

c) Pupa

En los meses de septiembre y octubre, las larvas maduran y pasan al estado de pupa que en 6 a 7 días el cuerpo presenta un tinte anaranjado, 15 días después cambia a rojo ladrillo, más intenso en la cara ventral del abdomen que en la dorsal. Los ojos compuestos, de color café se dibujan perfectamente en la cabeza, las antenas se ven en uno y otro lado, prolongándose desde la cabeza hasta el tórax y parte media del abdomen. Transcurrido un término aproximado de 27 a 36 días nacen las mariposas. (Manzano,1988)

En las figuras 2,3,4. se muestran los estados de huevo, larva y pupa de *A. hesperiaris*.

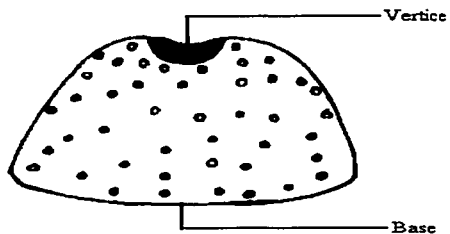


Figura 2. Huevo de *A. hesperiaris*

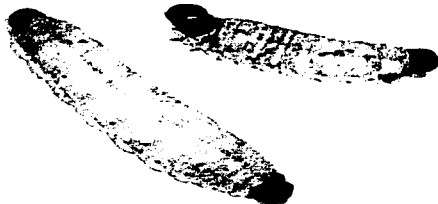


Figura 3. Larva de *A. hesperiaris*



Figura 4. Pupa de *A. hesperiaris*

d) Adulto

El adulto es una mariposa que tiene la cabeza y protórax pequeño en comparación con el resto del tórax; ojos de color pardo grandes y salientes, los palpos maxilares y labiales son cortos, cubierto de pelos escamosos. Las antenas miden de 2 a 2.5 cm de largo, son clavadas, delgadas y más cortas que el cuerpo, de los adultos. Alcanzan un tamaño de 2 a 2.5 cm de longitud y 8 milímetros de ancho, de forma cilíndrica y cubiertos de setas muy finas. Las hembras tienen más setas que los machos, las alas de los machos tienen una extensión de 7 a 7.5 cm y las hembras, de 8 a 8.5 cm. Las alas superiores son muy finas, delicadas y angostas en comparación de las posteriores. La superficie inferior de las alas es plumoso, con brillo metálico, salpicado de pequeñas manchas negras o blancas, el fondo de la parte superior es amarillo rojizo claro. La coloración de la hembra es más viva. Son de vuelo rápido y corto, el vuelo nupcial lo efectúan desde el mes de julio hasta noviembre. El apareamiento lo realizan durante la noche. (Manzano, 1988). Las figuras 5,6 muestran el estado adulto de macho y hembra de *Acentroceme hesperiaris*.

Figuras 5,6. Estado adulto de macho y hembra de *Acentroceme hesperiaris*.

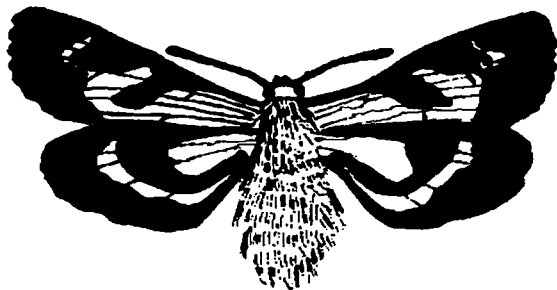


Figura 5. Hembra adulta de *A. hesperiaris*

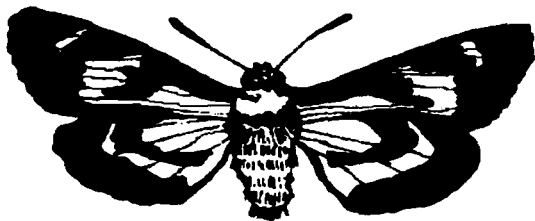


Figura 6. Macho adulto de *A. hesperiaris*

3. COMPOSICION QUÍMICA DE LOS GUSANOS DE MAGUEY

En la tabla No 1, se muestra la composición química de los gusanos de maguey rojo (*Cossus redtenbachii*) y blanco (*Acentrocneme hesperiaris*).

Tabla No 1. Composición química de los gusanos de maguey (En 100g de Alimento)

Parámetro	Gusano	Gusano
	Blanco (%)	Rojo (%)
Humedad	67.3	60.9
Proteína	16.7	18.33
Grasa	13.7	19.62
Cenizas	1.0	1.04

Fuente: Instituto Nacional de la Nutrición, 1992.

En los siguientes apartados, subsecuentes se hace una descripción más detallada de estos parámetros, en los cuales se podrá notar que estos insectos son una importante fuente de proteína animal.

3.1 PROTEINAS

Las proteínas son las sustancias orgánicas mas importantes, desde el punto de vista nutrimental para los organismos vivos por su papel tan esencial en las funciones biológicas de éstos. Están constituidas por asociaciones complejas, denominadas aminoácidos, las cuales contienen nitrógeno, azufre y escasamente fósforo. (Santos, 1993).

Estas sustancias desempeñan funciones biológicas en el organismo humano, entre las que se cuenta principalmente la regeneración y la formación de tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y hormonas, y como constituyente de la sangre, entre otras; forman parte del tejido conectivo y muscular de los animales y de otros sistemas rígidos estructurales. (Lenninger, 1991).

Existen diversos métodos para clasificar las proteínas, pero los principales se basan en cuatro criterios fundamentales: composición, forma, solubilidad y función biológica. (Badui, 1999).
Tabla No 2.

Tabla No 2. Clasificación de las proteínas de acuerdo a su composición, forma, solubilidad y función biológica.

Clasificación	Propiedades	Ejemplo
A) Composición		
1. Simple	Contiene sólo aminoácidos	Insulina
2. Conjugadas	Contiene una fracción no proteínica	
a) Metaloproteínas	Pigmentos	Mioglobina,
b) Glucoproteínas	Contiene hidratos de carbono	fracción 7S de la Soya,
		Irrunoglobulinas, mucina
c) Fosfoproteínas	Contiene fósforo	Caseínas de la leche,
d) Lipoproteínas	Contiene lípidos	pepsina, flavoproteínas
e) Nucleoproteínas	Contienen ácidos nucleicos	Lipovitulina de la yema del huevo
		Virus, genes
B) Por forma		
1. Globular	Esféricas u ovoides	Albúmina de huevo
2. Fibrosas	Forman fibras de tejido conectivo	Colágena
	Proteína de ligamentos y tendones	Elastina
	Pelo, lana, uñas, cuernos	Queratina
	Proteína muscular	Miosina y actina
	Responsable de la coagulación de la sangre	Fibrinógeno
C) Por solubilidad		
1. Albúminas	Solubles en agua y soluciones salinas diluidas	α -Lactalbúmina de la leche, ovoalbúmina del huevo
2. Globulinas	Poco solubles en agua, solubles en soluciones salinas	Miosina del músculo, globulina del plasma
3. Histonas	Alto contenido de aminoácidos básicos. No coagulan por calor	Proteínas unidas a ácidos nucleicos, Nucleoproteínas
4. Glutelinas	Insolubles en agua y en alcohol	Gluten del trigo
5. Prolaminas	Solubles en álcalis y ácidos débiles	
	Solubles en 70% de alcohol	Zeína del maíz, gliadina del trigo
6. Escleroproteínas	Insolubles en la mayoría de los disolventes	Todas las proteínas clasificadas B-2
D) Por función biológica		
1. Estructurales	Forman parte estructural del cuerpo	Proteínas clasificadas como B-2
2. Enzimas	Catalizan reacciones biológicas	Lipasa, proteasas
3. Hormonas	Mensajeros químicos	Insulina, glucagón
4. Toxinas	Proteínas dañinas, generadas por microorganismos	Toxina botulínica
5. Anticuerpos	Proteínas protectoras elaboradas por el organismo	α -Globulina de la sangre
6. Transporte de O ₂	Transporta O ₂ de los pulmones a los tejidos	Hemoglobina
	Almacén de O ₂ en el músculo	Mioglobina

Fuente: Badui, 1999.

Contribuyen a hacer desaparecer la sensación de hambre e impiden que el cuerpo se marchite. El valor biológico de las proteínas indica su idoneidad para cubrir las necesidades de proteína. Depende del tipo y la cantidad de aminoácidos que la forman, sobre todo de los aminoácidos esenciales. (Badui, 1999). La tabla No3 muestra los requerimientos diarios de proteína.

Tabla No 3. Requerimientos de proteína.

	Gramos por día
Niños y niñas, de 4 a 6 años	56
Muchachas	90
Muchachos	100
Hombres	76
Mujeres	64
Mujeres embarazadas	100

Fuente: Fritz, 1984.

Es recomendable un aporte de proteínas equilibrado, es decir, que la mitad de la proteína ingerida sea de origen animal (leche, huevos, carne, pescado, etc.) y la otra mitad de origen vegetal (cereales, legumbres, etc.). (Gunter, 1999).

En la tabla No 4, muestra el contenido de proteína de diversos alimentos de origen animal y vegetal en donde se puede observar la enorme diferencia que existe entre el contenido de proteínas de cada uno de ellos, resaltando que en la etapa adulta los insectos contienen mayor cantidad de proteínas.

Tabla No 4. Contenido de proteínas de algunos insectos y alimentos de origen animal y vegetal

Fuente	% Proteína (base seca)
Heliolitis zea (Gusano de maíz) * Larva	41.98
Lanifera cyclades (Gusano de nopal) * Larva	45.83
Cossus redtenbachi (Gusano rojo de maguey) * Larva	58.3
Aegiale hesperiaris (Gusano blanco de maguey) * Larva	30.8
Liometopum apiculatum (Escamol Larva)	45.53
Liometopum apiculatum (Escamol Adulto)	53.8
Polybia parvulina (avispa negra) * Adulto	5 - 61
Melanoplus mexicanus (Chapulines) * Adulto	77.13
Harina de soya (Glycine max)	43
Bacalao seco (Gadus morhua)	40
Atún de conserva (Thunnus alalunga)	35
Queso gruyere	33
Cacahuates	27
Lentejas	24

3.1.1 AMINOACIDOS

Los aminoácidos que forman parte estructural de las proteínas, se pueden clasificar de varias formas, sin embargo aquí solamente mencionaremos las clasificaciones más empleadas como serían las siguientes:

- 1) Clasificación debido a la naturaleza química del grupo R
- 2) Clasificación de acuerdo a la polaridad del grupo R
- 3) Clasificación basada en la necesidad nutricional del cuerpo humano

Para fines de este trabajo solo se hará una breve descripción de la Clasificación basada en la necesidad nutricional del cuerpo humano. (Santos, 1993).

El cuerpo humano requiere de ciertos aminoácidos en la dieta, dado que no tiene los mecanismos para sintetizarlos, por lo tanto a este tipo aminoácidos se les denomina esenciales. Por otro lado, aquellos aminoácidos que el cuerpo humano es capaz de sintetizarlos, es decir que no son indispensables en la dieta, son llamados no esenciales. Por lo tanto de esta manera, los aminoácidos de las proteínas los podemos agrupar de la siguiente forma:

a) Aminoácidos esenciales

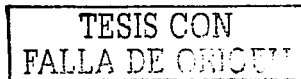
Dentro de este grupo, podemos hacer otra subdivisión de la siguiente manera:

- a) Aminoácidos esenciales para niños exclusivamente, es decir que son necesarios únicamente para el desarrollo de los infantes. A este grupo pertenecen los siguientes aminoácidos: Arginina e histidina.
- b) Aminoácidos esenciales para el niño y el adulto. En este grupo tenemos un total de ocho aminoácidos que serían: Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptofano y Valina. (Santos, 1993).

b) Aminoácidos no esenciales

Dentro de este grupo tenemos los siguientes aminoácidos: Alanina, Ácido aspártico, Ácido glutámico, Cisteína, Glicina, Prolina, y Tirosina. (Santos, 1993).

En 1959 Massiev, et, al realizaron el análisis químico de los aminoácidos del gusano blanco, demostrando la calidad de su proteína en función del patrón FAO/OMS de 1975.



En 1987 Ramos realizo el análisis químico de los aminoácidos del gusano rojo, en dicho análisis se observó la calidad de las proteínas de este gusano en función al patrón FAO/OMS de 1975. (Tabla No 5)

Tabla No 5 . Contenido de aminoácidos de los gusanos de magüey blanco (*Acentrocneme hesperiaris*) y Rojo (*Cossus redtenbachi*) (mg/16 mg N).

Aminoácidos Indispensables	Gusano blanco	Gusano Rojo	Patrón FAO/ OMS (1975)
Isoleucina	4.9	5.1	4.2
Leucina	5.2	7.9	4.8
Lisina	3.6	4.9	4.2
Treonina	3.3	4.7	2.8
Triptófano	0.9	0.6	2.4
Metionina	-	0.8	2.2
Fenilalanina	-	4.0	2.8
Valina	4.7	6.1	4.2
Metionina + cisteína	1.0	3.4	3.5
Fenilalanina + tirosina	7.9	14.6	6.0
Aminoácidos dispensables			
Histidina	1.6	1.6	
Acido aspártico		10.7	
Serina		6.2	
Acido glutámico		16.7	
Prolina		5.6	
Glicina		5.5	
Cisteína		1.3	
Alanina		5.5	
Arginina	3.0	6.0	

Fuente: Ramos, 1987 y Massicv, et, al, 1959.

Por la información mostrada en la tabla anterior se puede decir que el gusano blanco contiene en buena proporción los aminoácidos indispensables, sin embargo el gusano rojo los contiene en un mayor cantidad estos sobrepasando los valores reportados por la FAO en la mayor parte de los aminoácidos esenciales que son: lisina, valina, leucina, treonina, isoleucina, fenilalanina, siendo sólo menor la cantidad de triptófano, metionina y metionina más cisteína.

La calidad de las proteínas que proporcionan estos gusanos es considerada por el Fondo para la Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) como buena y estos aminoácidos son pilares de la formación, reparación, inmunización y funcionamiento del organismo. Son fáciles de

digerir por el hombre y por eso se les considera "concentrados proteínicos". La calidad y la cantidad de los aminoácidos que proporcionan estos gusanos supera en algunos casos los productos cárnicos, incluido el pescado, la leche y el huevo.

3.2 LÍPIDOS

Son un grupo de compuestos de estructura muy heterogénea, abundantes en plantas y animales. Están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno y en ciertos casos también pueden contener fósforo y nitrógeno. A pesar de ser muy diferentes en su estructura química, los lípidos tienen la característica de ser solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua. (Santos, 1993)

El número de sustancias consideradas como lípidos es muy grande y la manera de clasificarlas resulta en ocasiones difícil; existen diversos métodos para este fin. El más común es dividirlos en tres grandes grupos en función de su estructura química como se muestra en la tabla No 6. (Badui, 1999)

Tabla No 6. Clasificación de lípidos

-
- A. **Lípidos simples.** Ésteres de ácidos grasos y alcoholes
 - 1. Grasas y aceites. Ésteres de glicerol con ácidos monocarboxílicos
 - 2. Ceras. Ésteres de alcoholes monohidroxilados y ácidos grasos
 - B. **Lípidos compuestos.** Lípidos simples conjugados con moléculas no lipídicas
 - 1. Fosfolípidos. Ésteres que contienen ácido fosfórico en lugar de un ácido graso, Con una base de nitrógeno.
 - 2. Glucolípidos. Compuestos de carbohidratos, ácidos grasos y esfingosinol, llamados También cerebrósidos.
 - 3. Lipoproteínas. Compuestos de lípidos y proteínas
 - C. **Compuestos asociados**
 - 1. Ácidos grasos (derivados de los lípidos simples)
 - 2. Pigmentos
 - 3. Vitaminas liposolubles
 - 4. Hidrocarburos
 - 5. Esteroles
-

Fuente: Badui, 1999.

Las grasas desempeñan muchas funciones en los tejidos; además de que son una importante fuente de energía (cada gramo genera 9.3 Kcal), muchas de ellas cumplen una actividad biológica; por ejemplo, unos son parte de la estructura de las membranas celulares y de los

sistemas de transporte de diversos nutrimentos, otros son vitaminas y hormonas, algunos son pigmentos, etc. También actúan como aislantes naturales en el hombre y en los animales ya que, por ser pobres conductores del calor, el tejido adiposo mantiene estable la temperatura del organismo. (Badui, 1999)

Las principales fuentes son los tejidos animales y semillas oleaginosas, ya que las frutas y las hortalizas presentan normalmente muy bajas concentraciones, con algunas excepciones como el aguacate, las aceitunas y algunos tipos de nueces. (Badui, 1999)

En los insectos el contenido de grasa varía aún en una misma especie, dependiendo del estado de desarrollo en que se encuentre, la mayor proporción de grasa corresponde al estado inmaduro generalmente a la larva. (Vilchiz, 2000).

Tabla No 7. Contenido de grasa de algunos insectos y alimentos de origen animal y vegetal.

Fuente	%
Nuez (<i>Carya illoensis</i>)	63
Mariposa (<i>Comandria redtenbachi</i>) * larva	56.55
Gusano rojo de maguicy (<i>Cossus redtenbachi</i>)	20.62
Gusano blanco de maguicy (<i>Acentrocne me hesperiaris</i>)	13.7
Almendra (<i>Pronus amyglalus</i>)	54
Coleóptero (<i>Schizophorus acupunctatus</i>) *larva	51.68
Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	50
Cacahuete (<i>Arachis hypogaia</i>)	48
Carne de cerdo (lomo, espaldilla y costilla)	16.7
Jamón york	44
Chorizo	38.3

Comparando el contenido de grasa de los insectos y algunos alimentos mostrados en la tabla anterior, se puede observar que no existe una diferencia tan marcada, incluso la nuez supera en porcentaje al insecto con mayor cantidad de grasa. En lo que concierne a los insectos, las grasas que los componen en su mayoría son especies lipídicas de tipo poliinsaturado, las cuales son benéficas para el desarrollo normal y buen funcionamiento de los tejidos animales y de los seres humanos.

3.2.1 ACIDOS GRASOS

Las propiedades físicas y químicas de las grasas depende, en gran medida de los tipos y proporciones de los ácidos grasos que las constituyen, así como del modo en que se distribuyen en el esqueleto del glicerol.(Steve, 1996).

La molécula de los ácidos grasos consta, de una larga cadena de átomos de carbono uno de cuyos extremos posee un grupo metílico (CH_3) y en el otro existe un carboxílico (COOH). (Diccionario de los Alimentos, 1984).

Los ácidos grasos se clasifican por su grado de saturación en:

- Ácidos grasos saturados. Contienen solamente enlaces carbono-carbono simples, que se denominan "saturados"; y que son menos reactivos químicamente.(Steve, 1996).
- Ácidos grasos insaturados. Si un ácido graso contiene uno o más enlaces dobles carbono-carbono se le denomina insaturado.(Steve, 1996).

a) Ácidos grasos saturados

Este grupo de compuestos está constituido por ácidos de 4 a 24 átomos de carbono; su temperatura o punto de fusión aumenta con el peso molecular o tamaño de la molécula; así los de C_4 a C_8 son líquidos a 25°C , mientras que los de C_{10} en adelante son sólidos. Entre los más comunes está el ácido láurico y el palmítico. (Santos, 1993).

Tabla No 8. Ácidos grasos saturados

Nombre trivial	Nombre científico	Fórmula	Punto de fusión ($^\circ\text{C}$)	Punto de ebullición ($^\circ\text{C}$)
Butírico	Butanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	-5.9	164
Cáprico	Hexanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	-3.4	206
Caprílico	Octanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	16.7	240
Cáprico	Decanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	31.6	271
Láurico	Dodecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	44.2	130
Mirístico	Tetradecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	54.4	149
Palmítico	Hexadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	63	167
Esteárico	Octadecanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	69.4	184
Aranquídico	Eicosanico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	76	204
Behénico	Docosanoico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	79.9	-

Fuente: Badui, 1999.

b) Ácidos grasos insaturados

Debido a la presencia de insaturaciones, estos compuestos tienen una gran reactividad química ya que están propensos a transformaciones oxidativas y de isomerización. Son muy abundantes en los aceites vegetales y marinos, su temperatura de fusión disminuye con el aumento de las dobles ligaduras y ésta es siempre menor que la de los saturados para una misma longitud de cadena. (Badui, 1999).

Tabla No 9. Ácidos grasos insaturados más comunes en alimentos

Nombre trivial	Nombre científico	Fórmula	Punto de fusión (°C)
Palmitoleico	Hexadeca-9-enoico	$C_{15}H_{29}COOH$	-0.5
Oleico	Octadeca-9-enoico	$C_{17}H_{33}COOH$	13.0
Linoleico	Octadeca-9:12-dienoico	$C_{17}H_{31}COOH$	-5.0
Linolénico	Octadeca-9:12:15-trienoico	$C_{17}H_{29}COOH$	-11.0
Aranquidónico	Eicosa-5:8:11:14-tetraenoico	$C_{19}H_{31}COOH$	-49.5
Vaccénico	Octadeca-11-enoico	$C_{17}H_{32}COOH$	39.5
Gadoleico	Eicosa-11-enoico	$C_{19}H_{37}COOH$	23.5
Erúico	Docosa-13-enoico	$C_{21}H_{40}COOH$	38.0
Brasídico	Docosen-13-enoico	$C_{21}H_{40}COOH$	-

Fuente: Badui, 1999.

Los ácidos linoleico y linolénico se denominan esenciales porque no pueden ser sintetizados de novo por el organismo y deben ser suministrados por la dieta. El ácido araquidónico, sin embargo puede sintetizarse a partir del ácido linolénico. El ácido araquidónico se considera esencial es un constituyente vital de las membranas y porque es un precursor de un grupo de compuestos similares a las hormonas denominadas prostaglandinas, tromboxanos y protacilinas que son importantes en la regulación de una amplia diversidad de procesos fisiológicos. El ácido linoleico forma parte constitutiva de la membrana de diferentes tejidos celulares. Entre otras funciones que desempeñan los ácidos grasos indispensables está el mantenimiento de la piel, del pelo y del sistema reproductivo, así como la regulación del metabolismo del colesterol. (Steve, 1996).

En base a un análisis bromatológico de la grasa del gusano blanco de magüey, se pudo determinar la composición de glicéridos presentes en la grasa del mismo (Tabla No 10). Además de las características físicas y químicas de la grasa de este insecto (Tabla No 11).

Tabla No 10. Composición de los glicéridos de la grasa de Aegiale (*Acentroceme hesperiaris*).

Acido	Glicéridos (%)
Linoleico	4.3
Oleico	60.1
Palmítico	30.0
Esteárico	3.6

Fuente: Granados, 1993.

Tabla No 11. Características físicas y químicas de la grasa de Aegiale (*Acentroceme hesperiaris*)

Gravedad específica	0.9114
Índice de refracción	1.4594
Acidez	2.3
Índice de saponificación	179.85
Índice de yodo (Hanus)	59.25
Materia insaponificable %	2.0
Ácidos grasos no saturados %	63.66
Ácidos grasos saturados % (corr)	28.54
Índice de yodo para ácidos insaturados	85.6
Grasos libres	0.22
Índice de acetilo	21.45
Índice de Hehner (corr)	71.0
Índice de tiocianógeno	55.5

Fuente: Granados, 1993.

Por lo que se puede observar en los cuadros la grasa del gusano blanco de maguay, está compuesta en su mayoría por ácidos grasos insaturados (Oleico, Linoleico), los cuales son benéficos para el organismo humano.

Además, su consumo puede garantizar la ingesta de calorías suficientes para llevar a cabo las diferentes tareas y funciones orgánicas del hombre, ya que proporciona tanta energía (200 Kcal.), como cualquier carne, con excepción de la de cerdo, y supera la cantidad que brindan los cereales, verdura: y leguminosas.(www.Jornada.unam.mx)

3.3 MINERALES

Algunos Minerales son indispensables para el funcionamiento del organismo humano y su carencia puede provocar serios problemas de salud. Algunos de los principales cationes que los integran son: magnesio, sodio, potasio, hierro, cobre, manganeso, cobalto, zinc, y

molibdeno; por su parte los aniones más importantes son fluoruro, fosfato, yoduro y cloro. (Badui, 1999).

La Tabla No 12 Función biológica de los minerales.

Elemento	Función
Fósforo	Formación de huesos, fosforilación de glucosa, transporte de ácidos grasos, formación de ATP.
Magnesio	Formación de huesos y dientes, coenzimas del metabolismo de carbohidratos y proteínas, en líquido intracelular.
Sodio	Principal catión de líquido extracelular, control de la presión osmótica, balance ácido-base, permeabilidad de las células, transmisión electroquímica.
Potasio	Principal catión del líquido intracelular, balance ácido-base, formación de glucógeno y síntesis de proteínas.
Cloro	Principal anión del líquido intracelular, digestión gástrica por HCl, balance cloruro- bicarbonato.
Azufre	Constituyente de las células, activador de enzimas, reacción de detoxificación
Hierro	Formación de hemoglobina, oxidación celular por citocromos, sistemas inmunológicos.
Cobre	En enzimas, síntesis de hemoglobina, absorción y transporte de hierro, formación de huesos y constituyentes del tejido cerebral.
Yodo	Síntesis de tiroxina (hormona tiroidea) que controla la oxidación celular.
Manganeso	Formación de urea, metabolismo de proteínas, oxidación de glucosa, síntesis de ácidos grasos.
Cobalto	Constituyente de vitamina B ₁₂ , esencial en la formación de glóbulos rojos.
Cinc	En enzimas carboxipeptidasas y dehidrogenasas, ayuda a almacenar la hormona insulina
Molibdeno	Conservación de purinas a ác. Úrico, oxidación de aldehídos
Flúor	Asociado con salud dental
Selenio	Metabolismo de grasas
Cromo	Metabolismo de glucosa
Calcio	Es necesario para la formación y la estabilidad de los huesos y de los dientes, la función nerviosa y muscular y para la coagulación de la sangre

Fuente: Badui, 1999

A continuación se presenta una lista de los trastornos más comunes debidos a déficit de minerales.

- La falta de hierro se traduce en anemia, alteraciones de la piel, del cabello y de las uñas. En casos acentuados, decaimiento de fuerzas.
- La falta de cinc produce alteraciones dérmicas y de las mucosas. Se detiene el crecimiento y aumenta la mortalidad.
- La falta de manganeso ocasiona esterilidad y otros trastornos.
- La falta de yodo da lugar a hipertrofia del tiroides, o bocio.

➤ La falta de cobre se refleja por la aparición de canas prematuras.

Todos los alimentos proporcionan minerales en una u otra proporción. En la tabla No 13 se muestran algunos alimentos principalmente ricos en los respectivos minerales.

Tabla No 13. Alimentos ricos en distintos minerales

Mineral	Alimento	Miligramos por 100 g
Azufre	Harina de soja	300
Calcio	Leche descremada en polvo	1300
	Gusanos de maguety	142
	Acociles	3250
Cinc	Avena	7
Cloro	Queso de parma	1350
Cobalto	Tomates	2
Cobre	Langosta	17
	Levadura seca	1900
	Gusanos de maguety	140
Fósforo	Acociles	423
	Hígado de cerdo	18
	Cacao en polvo	420
Magnesio	Cacao en polvo	420
Potasio	Levadura seca	1900
Sodio	Cubitos de caldo (Extracto de carne)	27000
Manganeso	Sardinas	25

Fuente: Arnold, 1997.

3.4 QUITINA

En 1823, se aisló de los élitros de insectos una sustancia, que después se comprobó que era la misma aislada por Braconnot de los hongos, y que fue llamada "quitina". En 1876, fue sometida la quitina de los artrópodos a la hidrólisis con ácido clorhídrico y se obtuvo una sustancia cristalina (un aminoazúcar) y ácido acético como productos de degradación. El azúcar fue llamado glucosamina hoy esta firmemente demostrado que la acetilglucosamina (2-acetamido-2-deoxiglucosa) es la unidad estructural de la quitina, al igual que la glucosa es la unidad estructural de la celulosa. (Kirk, 1963).

b) Estado natural

La quitina es un biopolímero natural muy abundante que se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, formando junto con otros materiales (proteínas y sales minerales) estructuras de protección, especialmente en invertebrados marinos, insectos, hongos y algas unicelulares. (Cruz, 1988).

La cutícula de insectos e invertebrados marinos se encuentra constituido en gran parte por quitina, a la que usualmente se asocian proteínas en el caso de los insectos y sales minerales (carbonato y fosfato de calcio) en el caso de invertebrados pequeños su concha se caracteriza por estar constituida de quitina y fosfato de calcio.(Cruz, 1988).

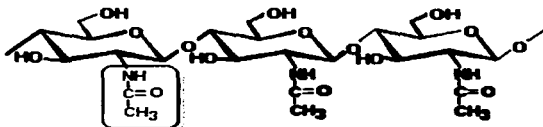
Es probable que la quitina, después de la celulosa, sea el polisacáridos más abundante en la naturaleza. La quitina no se encuentra en estado puro en la naturaleza y rara vez llega a 50% de una estructura. La quitina de origen animal está íntimamente asociada con proteínas insolubles en agua y sales inorgánicas que hacen difícil aislarlas sin el uso de medidas extremadamente caras.(Kirk, 1963).

b) Propiedades físicas

La quitina, $C_8H_{13}O_5N$ es un polímero formado por unidades de 2 - acetamido -2- deoxiglucosa enlazadas al modo 1,4 beta - glucosídico de la celulosa. Tiene gran peso molecular. (Badui, 1988).

En este biopolímero los grupos aminos se encuentran acetilados, por lo que la quitina corresponde a una amida de ácido acético. Este amino polisacárido es de tipo lineal, llegando a formar cadenas de miles de unidades de N- acetilglucosamina.(Cruz, 1988).

Figura No 7. Estructura química de la quitina



Fuente: <http://user.chollian.net/~chitin/cellulose.gif>

c) Propiedades químicas

La quitina es insoluble en agua, ácidos diluidos, álcalis diluidos y concentrados, alcohol y en todos los disolventes orgánicos. Es soluble en general con alguna degradación en ácidos minerales concentrados. Por hidrólisis ácida enérgica, se degrada a glucosamina; la hidrólisis alcalina la desacetila grandemente, con solo una ligera reducción de la cadena, formando quitosana.

La quitina se disuelve lentamente en soluciones de hipoclorito a la temperatura ordinaria, pero insoluble en el reactivo de Schweitzer y se diferencia de la celulosa en estos dos aspectos. Se disuelve en una solución de sodio en amoníaco líquido, con formación de un compuesto monosódico.

La quitina tratada con complejos de trióxido de Azufre y piridina, dioxano, N,N-dimetilamina o éter bis -2- cloroetilico, produce sulfato de quitina. (Kirk, 1963)

4. METODO DE IDENTIFICACIÓN DE ACIDOS GRASOS.

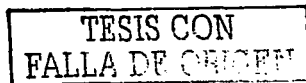
4.1 CROMATOGRAFÍA DE GASES

La cromatografía de Gases es una técnica de separación que ha revolucionado la química analítica. Fue iniciada por los científicos ingleses A.T.James y A.J.P Martín en 1941.

Esta técnica está basada en la distribución de los componentes de una muestra entre dos fases. Una de estas fases es un soporte estacionario de gran superficie de contacto llamada fase estacionaria y puede ser un sólido o una delgada película líquida que recubre un sólido. La otra fase llamada fase móvil ésta constituida por un gas de acarreo o portador, el cual es inerte y tiene la finalidad de transportar las moléculas de la muestra a través de la fase estacionaria. Si la fase estacionaria es una fase líquida que recubre un sólido, se está hablando de cromatografía gas-líquido (GLC), la cuál se utiliza más frecuentemente; pero si la fase estacionaria es un absorbente sólido, hablaremos de cromatografía gas-sólido (GSC). (Zamorano, 1999).

La Cromatografía de Gases es una técnica que debido a su versatilidad, sencillez y velocidad se ha convertido en una de las técnicas analíticas más útiles. Se emplea en el análisis de mezclas orgánicas complejas como:

- ◆ Derivados del petróleo.
- ◆ Aceites esenciales.
- ◆ Perfumes.
- ◆ Sabores.
- ◆ Sustancias de origen biológico.
- ◆ Insecticidas.
- ◆ Pesticidas.



- Ácidos Grasos.

Podemos decir, en general, que la cromatografía de gases se puede emplear para analizar mezclas de compuestos que vaporicen o se volatilicen a temperaturas hasta 400°C sin alterarse o descomponerse.

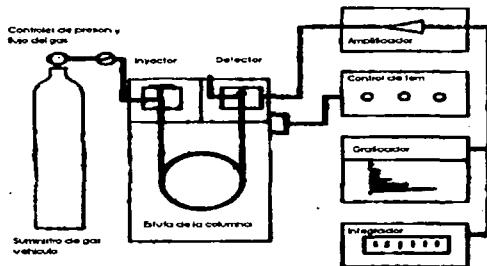
Compuestos que no pueden ser analizados directamente por esta técnica, se pueden determinar formando derivados que posean las características de presión de vapor adecuada, como el caso de los ácidos grasos que se debe formar el éster metílico. (Zamorano, 1999).

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CROMATÓGRAFICO.

Un Cromatógrafo de gases, consiste en cinco partes principales:

- 1) Suministro de gas vehículo (la fase móvil) con reguladores de presión y medidores de flujo.
- 2) Sistema de inyección.
- 3) Columna cromatográfica y la estufa.
- 4) Detector y sus amplificadores electrónicos.
- 5) Graficador y otros aditamentos para la presentación de datos.

Figura No 8. Diagrama de un cromatógrafo de gases.



FUENTE: Egan, 1999.

a) Gas vehículo

El gas vehículo que normalmente es suministrado a partir de tanques de alta presión, puede ser nitrógeno, helio, argón o hidrógeno, dependiendo del tipo de separación y detección que se está usando. (Egan, 1996). La finalidad del gas portador o de acarreo, es de transportar los componentes de la muestra, a través del inyector, de la columna o del detector. Este deberá ser inerte, no debe reaccionar ni con la muestra ni con la fase estacionaria y debe ser de alta pureza (por lo menos de 99.995 %). Los gases de acarreo más comunes son nitrógeno, helio o hidrógeno. (Zamorano,1999).

b) Reguladores de presión y medidores de flujo

El flujo del gas portador se debe controlar cuidadosamente mediante un manómetro de presión y válvula controladora de flujo, con el objeto de obtener tiempos de retención reproducibles y poder optimizar velocidades de análisis. (Zamorano,1999).

c) Sistema de inyección

Para lograr separaciones cromatográficas óptimas, la muestra debe aplicarse a la parte superior de la columna en forma de vapor en el menor volumen posible, sin que sufra alguna descomposición. El procedimiento normal para líquidos y soluciones es inyectarla en un recipiente metálico caliente, con una micro jeringa a través de una separación autosellante, donde la muestra se vaporiza rápidamente, se mezcla con el gas vehículo caliente y entra en la cabeza de la columna. (Egan ,1999).

d) Columnas

Para la columna empacada que se usa en cromatografía de gas en análisis, el tubo de la columna es de acero inoxidable de 3 mm de diámetro externo o de vidrio de boro silicato de 2-6 mm de diámetro interno. Es esencial que no exista material como polvo fino ya que se obstruiría el paso del gas al vehículo y los análisis serían más lentos. El material de empaque también debe ser fuerte y no romperse fácilmente en pedazos más pequeños debido al manejo físico y debe ser resistente a la temperatura. (Egan ,1999).

El proceso de separación que dan los empaques para GSC depende, en su mayoría, de las propiedades de sus superficies o sus estructuras porosas y se utilizan en especial en el análisis

cromatográfico de mezcla de gases y de moléculas relativamente pequeñas.

Existen tres tipos básicos:

1. Absorbentes inorgánicos basados en la alúmina y gel de sílice.
2. Tamices moleculares basados en zeolitas que han sido secadas para dejar una red de huecos vacíos cuyo tamaño determina las propiedades de tamizado. Estas zeolitas, a bajas temperaturas, tiene una gran capacidad de retención de ciertas moléculas; por lo que se utiliza mucho como filtros en la eliminación de trazas de contaminantes en gases.
3. Perlas rígidas de polímero. Estas son materiales micro poroso de hidrocarburos aromáticos. Cromatográficamente se comportan como si no fueran otra fase y dando diferentes órdenes para la elusión de los componentes. (Egan, 1999).

e) Estufa de la columna

En la columna se producirá la partición de las moléculas de la muestra entre dos fases: líquida (estacionaria) y vapor (móvil). Si suponemos que tenemos dos componentes A y B en la muestra, las moléculas se distribuyen o equilibran entre el gas portador y la fase líquida de las moléculas de A en fase vapor tendrán mayor tendencia que las moléculas de B a disolverse en la fase líquida de la columna. Por este efecto tendremos distintas velocidades de migración por la columna para el componente A y B. El componente con mayor tendencia a disolverse A será más retenido por la columna y se eluirá después del componente B.

La columna se encuentra dentro del horno que lleva un termostato para que la separación pueda efectuarse a una temperatura reproducible. (Zamorano, 1999).

f) Detectores

El propósito del detector es reconocer el paso de las sustancias que son eluidas por el gas vehículo conforme salen de la columna. Todos los detectores están diseñados para producir una señal eléctrica como resultado de algún efecto físico causado por la sustancia que está siendo eluida. La es entonces amplificada y aplicada ya sea a un registrador que genera un gráfico de las sustancias que están siendo eluidas (por ejemplo, un cromatograma), o a un equipo de integración electrónica y procesamiento de datos. (Egan, 1999).

5. IMPORTANCIA DEL GUSANO DE MAGUEY COMO ALIMENTO

Los insectos comestibles son una importante fuente de proteína animal, (entre ellos los gusanos de maguey) cuyo elevado valor nutritivo los convierte en el alimento más completo. (www.Jornada.com.mx).

El Organismo de los insectos ésta constituido principalmente por proteínas que representan del 60 - 70% de su masa corporal lo que comparado con el pollo, la res y el cerdo los hace un alimento muy atractivo, pues únicamente el pescado los supera en este renglón. (www.Jornada.com.mx).

Existe una gran variedad de insectos que viven asociados a las plantas de maguey. Sin embargo algunos de estos insectos son recolectados y usados como alimento por habitantes de las zonas magueyeras. Tal es el caso del gusano blanco de maguey (*Acentrocne me hesperiaris*), y el gusano rojo (*Cossus redtenbachi*); ambos son apreciados por la gente de campo para su consumo local, incluso se comercializan a precios elevados. (Granados, 1993).

Comparándolos con algunos alimentos básicos el gusano blanco del maguey tiene un alto valor alimenticio ya que contiene 30.88% de proteínas, 57.15% de Grasa, 4.3 mg de hierro y 142 mg de calcio. Las proteínas del gusano blanco contienen los ocho aminoácidos indispensables en cantidades aceptables. (Granados, 1993).

El Gusano Blanco de Maguey es, sin lugar a dudas, una fuente de proteínas que debe ser aprovechada en forma sistemática, ya que es de población numerosa y aceptablemente comestible. (Manzano, 1988)

De acuerdo con los datos reportados por Pino, González y Romo (1987), el gusano rojo tiene 58.3 % de proteínas y 30.16% de grasa, lo que evidencia el alto valor nutritivo de este insecto, colocándolo entre una de las fuentes alimenticias susceptibles de ser aprovechadas. (Granados, 1993).

Es un alimento muy apreciado en México, Europa y Norteamérica por su exquisito sabor, además de su alto valor alimenticio. (Chen y Osorno, 1981)

Sería de gran utilidad que las personas de todo México enriquecieran su dieta con estos alimentos, particularmente aquellas que viven en condiciones de miseria.

6. FORMAS DE CONSUMO DE LOS GUSANOS DE MAGUEY

6.1 Gusano blanco de maguey

El gusano blanco se prepara de muchas formas puede hacerse tostado o frito con manteca en una tortilla y con chiles verdes; en barbacoa o en mixiote, consiste en la elaboración de una bola de gusanos a la que se le agrega, antes de amarrar el mixiote, manteca, sal, cebolla y chiles picados; después de amarrarlo se cuece al vapor calculando el límite de calor y de tiempo para cocerlo. Otra forma de prepararlo es en guacamole pero en este caso, en lugar del aguacate se adicionan los gusanos tostados al guacamole, pero en este caso en lugar del aguacate se adicionan los gusanos tostados al molcajete, con chiles, tomates, ajo y sal. Los toman con frecuencia machacados y fritos en tortilla de huevo. También se comen asados y en pequeños fragmentos que se revuelven en la sopa de arroz o con salsa de jitomate. Además se pueden guisar en mole colorado o en mole verde o como dicen en Apán "como lo quiera uno".(Granados, 1993).

En poblaciones de Hidalgo y Morelos, los gusanos blancos se comen crudos porque al decir de los indígenas "son muy estomacales y sirven para curar las malas digestiones". Igualmente en varias poblaciones de la República se consumen crudas algunas de estas orugas, en la suposición de que sirven como eficaces remedios para la curación de dolencias a afecciones. (Manzano, 1988). En la figura No 9 se puede apreciar, la manera en la que se preparan los gusanos blancos de maguey.

6.2 Gusano rojo de maguey

Se consumen al igual que los gusanos blancos en diversas formas (frito, mixiote, salsa etc), además suelen agregarse a la salsa para darle un mejor sabor a ésta. En algunos lugares se comen tostados y molidos con sal y chile rojo para ingerir las bebidas embriagantes fuertes y saborear las tajadas de naranja, el polvo de gusano tiene muy variadas aplicaciones y que no falta entre los recaudados de la cocina mexicana. (Granados, 1993).

Existe una gran demanda de este gusano, ya que es usado en salsas y bebidas como el mezcal, a las que les confiere un peculiar aroma y sabor especial. (Granados, 1993). En la Figura No 10 se pueden apreciar distintos platillos típicos, entre ellos los gusanos rojos de maguey.

Figura 9. Forma de preparación para consumo del gusano blanco de maguey.



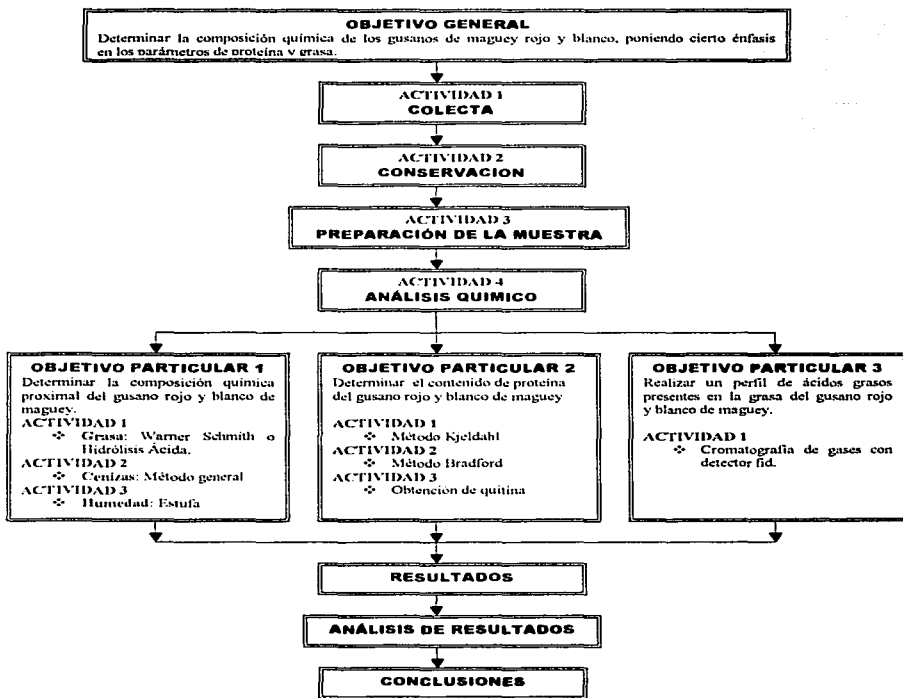
FUENTE: www.Jornada.unam.mx

Figura 10. Diferentes platillos típicos de insectos comestibles



FUENTE: www.Jornada.unam.mx

7. CUADRO METODOLOGICO



7. METODOLOGÍA

Para el presente trabajo se utilizaron gusanos de magüey rojos (*Cossus redtenbachii*) y blancos (*Acentrocne mehesperiaris*), los cuales se colectaron de la siguiente manera:

7.1 COLECTA

a) Gusano Rojo de Magüey

La colecta se realizó en el Municipio de Acayuca Hidalgo, en los meses de Agosto y Septiembre del 2000. Esta larva se desarrolla en el tronco (tallo) y raíz de las crías del magüey de aproximadamente dos años de edad, para localizarlos se buscan plantas marchitas y con las hojas rojizas, después hay que escarbar o ladear el magüey para conseguir estos gusanos (se extraen con las manos). Cuando llueve solos salen a la superficie. La cantidad recolectada fue de aproximadamente 500 gr para el desarrollo de los análisis. En la figura No 11 se puede apreciar la forma en la que son recolectados los gusanos de magüey rojos.

b) Gusano Blanco de Magüey

La colecta se realizó en el Municipio de Huehuetoca Estado de México, durante los meses de Mayo y Junio del 2000.

Esta larva se desarrolla en una galería o túnel que se encuentra en forma longitudinal a la penca (generalmente las más alejadas del cogollo), cerca de la base de ésta. Para localizar al gusano es necesario revisar la cara externa de la penca la cual debe tener un manchón de color café así como una protuberancia o escoria de color café – rojizo en el centro del manchón, lo cual es excremento de dicha larva. La penca se corta en forma transversal por donde se encuentra la escoria antes mencionada y se introduce en la galería una tira delgada del borde de una penca de magüey con una espina pequeña en la punta para que sirva de gancho y de esta manera jalar a la larva para extraerla. A este gusano se le puede encontrar en cualquier magüey. Actualmente se puede encontrar de 1 a 2 gusanos en una penca. La cantidad recolectada fue de aproximadamente 500 gr. de peso para el desarrollo de los análisis. En la figuras No 12 y No 13 se puede observar la forma en la que se recolecta el gusano blanco.

Figura No 11. Recolección del gusano rojo de maguey.



FUENTE: www.insectfit.com.

Figura No 12. Recolección del gusano blanco de maguey



Fuente: www.Jornada.unam.mx

Figura No 13 Gusano blanco de maguay.



Fuente: Castelló, 1987

7.2 CONSERVACIÓN

Colectados los gusanos de maguay lo primero que se procedió a hacer fue conservar la muestra mediante un secado por liofilización, guardando las muestras secas en un frasco cerrado, protegido contra la luz dentro de un desecador hasta el momento de su uso.

Una porción de los gusanos previo a la liofilización fue empleada para determinar el contenido de humedad, ya que después de liofilizada ésta sería un parámetro que no se podría determinar.

La conservación de las muestras se hizo para tener suficiente cantidad de estos para todos los análisis provenientes de un mismo lote, ya que como los gusanos solo se reproducen por temporadas y como la cantidad de muestra recolectada era poca se le tenía que sacar el máximo aprovechamiento.

7.3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Para la cuantificación de humedad se emplearon gusanos frescos preparándose la muestra de la siguiente manera: Primero se intento triturar los gusanos en un mortero obteniéndose una muestra que no era homogénea dado que quedaban restos de pellejos y por lo mismo

presentaba una consistencia chiclosa. Otra alternativa para la preparación de la muestra fue el emplear un instrumento especial para tejidos finos llamado tembrock con el cual se logro macerar totalmente la muestra y se obtuvo una muestra homogénea.

Este mismo instrumento se empleo para la preparación de la muestra liofilizada.

Después de la preparación el material se mantiene en un recipiente de vidrio, bien cerrado y a prueba de agua hasta el momento de su análisis.

7.4 ANÁLISIS QUÍMICO

Los métodos empleados en el análisis químico fueron los siguientes; las metodologías de cada uno de ellos se detalla en el apéndice A.

- Humedad: Método general con arena.(Egan, 1999)
- Cenizas: Método general con estufa. (Egan, 1999)
- Grasa: Hidrólisis ácida o Warner schimitht. (Egan, 1999)
- Proteína: Método Kjeldhal .(Egan, 1999) y Bradford (Bradford, 1976)
- Quitina (Nonthe, 1998)
- Determinación de Ácidos grasos por Cromatografía de gases con detector fid.(www.Chemkeys.com).

7.5 RESULTADOS

En el presente trabajo se realizó un estudio de los gusanos de maguay blanco (*Acetocneme hesperiaris*) y rojo (*Cossus redtenbachi*), en el cual se llevó a cabo una evaluación de los parámetros de: Humedad, Grasa, Cenizas, Quitina y Proteína. La tabla No 14 muestra los resultados obtenidos en el análisis químico proximal de los gusanos de maguay rojo y blanco que comparados con los datos reportados en la literatura tanto para el gusano rojo como para el blanco, presentan algunas diferencias en todos los datos reportados humedad, grasa, cenizas y proteína.

Tabla No 14 Análisis de los componentes químicos de los gusanos de maguay blanco y rojo.

Componente Químico	Gusano Rojo (Exp) % (g/100 g)	Gusano Rojo (Bib) % (g/100 g)	Gusano Blanco (Exp) % (g/100 g)	Gusano Blanco (Bib) % (g/100 g)
Humedad	52.96	60.9*	61.07	67.3*
Grasa	20.79	19.62*	15.28	13.7*
Cenizas	0.90	1.04*	1.44	1.0*
Proteína		18.33*		16.7*
Método Kjeldahl	20.92		19.19	
Método Bradford	20.96		18.02	
Quitina	0.93		0.62	

- No se reporta el método utilizado para cuantificar estos parámetros
- Las pruebas se realizaron por triplicado

Fuente: Instituto Nacional de la Nutrición, 1992.

En cuanto al contenido de ácidos grasos presentes en la grasa de estos insectos, estos se identificaron por cromatografía de gases previa transesterificación de la grasa (ver Apéndice A), se lograron identificar 10 ácidos grasos. Los cuales se muestran en la tabla No 15.

Tabla No15 Perfil de Ácidos Grasos de los Gusanos de Maguey Rojo y Blanco.

Ácidos Grasos (%)	Gusano Rojo	Gusano Blanco
Caprílico	0.02	N.D
Cáprico	0.03	N.D
Láurico	0.08	0.12
Mirístico	0.59	0.22
Palmitico	25.68	32.61
Palmitoleico	5.54	11.97
Esteárico	2.53	0.90
Oleico	61.01	50.92
Linoleico	2.52	2.86
Linolénico	0.01	0.28

Nota: N.D (No detectado).

De los ácidos grasos mostrados en la tabla anterior se identificaron como saturados: Caprílico, Cáprico, Láurico, Mirístico, Palmítico, Esteárico, y como ácidos grasos insaturados: Palmitoleico, Oleico, Linoleico, Linolénico.

7.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla No 16 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico de comparación de medias y desviación estándar entre los datos experimentales del gusano de maguey rojo con el gusano de maguey blanco.

Tabla No 16. Media (\pm desviación estándar) de los componentes químicos de los gusanos de Maguey Rojo y Blanco.

Componente Químico	Gusano blanco			Gusano rojo		
	\bar{X}	\pm	SD	\bar{X}	\pm	SD
Humedad	61.07	\pm	0.21 ^b	52.96	\pm	0.51 ^a
Grasa	15.28	\pm	0.91 ^a	20.79	\pm	0.41 ^b
Cenizas	1.44	\pm	0.03 ^b	0.91	\pm	0.01 ^a
Proteína ♦	19.19	\pm	0.73 ^a	20.92	\pm	0.54 ^b
Proteína *	18.02	\pm	0 ^a	20.96	\pm	0 ^b
Quitina	0.60	\pm	0 ^a	0.93	\pm	0 ^b

Nota: a,b superíndices diferentes en un mismo renglón indican diferencias significativas de las medias (P<0.5).

- ♦ Determinación por el método Kjeldahl.
- * Determinación por el método Bradford.

Basándose en el análisis presentado en la tabla No 16, del cual se puede decir que el gusano de magüey blanco es distinto al gusano de magüey rojo, debido a que presentan diferencias significativas ($P < 0.5$) en cada uno de los componentes químicos que constituyen a estos gusanos de magüey de acuerdo al análisis antes mencionado.

Respecto al porcentaje de humedad, en la tabla No 14 se observa que en la literatura se reporta para el gusano rojo un contenido de 60.9%, mientras que la cantidad obtenida en el presente trabajo fue de 52.96% dicho resultado se encuentra por debajo de lo reportado, existiendo una diferencia de 13 %. Lo mismo sucede en el gusano blanco donde la literatura reporta que este gusano presenta un 67.3% de humedad, un porcentaje ligeramente mayor que lo cuantificado en este trabajo que fue de 61.07%, dando como resultado una diferencia de 9.25 % con respecto al dato encontrado en la literatura. Los resultados de humedad obtenidos en el presente trabajo son menores que los reportados en la literatura tanto para el gusano blanco como para el gusano rojo, la disminución en el contenido de humedad se ve reflejada como es de esperarse en un aumento proporcional en los componentes de cenizas, grasa y proteínas en ambos gusanos.

El contenido de humedad es distinto en ambos gusanos de magüey. Esto es debido a que estos gusanos se localizan y alimentan de distintas partes de la planta del magüey, en las cuales difiere en contenido de humedad, mientras el gusano rojo se alimenta de las raíces o piña del magüey, el gusano blanco lo hace de la penca del magüey. Otro factor importante es la época del año en la que se producen estos gusanos, ya que dependiendo de esta la planta hospedera puede presentar una mayor o menor hidratación .

En relación con el contenido de grasa lo reportado por la literatura (tabla 14) para el gusano blanco es 13.7%, el dato encontrado en el presente estudio es de 15.28% dato que es ligeramente mayor un 11.53 %, que el valor reportado en la bibliografía. Para el caso del gusano rojo se obtuvo un porcentaje promedio de grasa de un 20.79%, dato que es 5.93 % mayor que el dato reportado en la bibliografía que es de 19.62%.

En cuanto al contenido de grasa los resultados nos muestran que el gusano rojo de magüey presenta una mayor cantidad de este componente en comparación con el gusano blanco, dado

que son un alimento rico en grasas, la identificación del tipo de ácidos grasos presentes en cada uno de ellos se determinó. Encontrando así que los ácidos grasos predominantes en el gusano rojo son los poliinsaturados (Palmitoleico, Oleico, Linoleico, Linoléico) en un 69.08 %, mientras que los saturados se encuentran presentes en un 28.93%. En el gusano blanco los ácidos grasos predominantes son de igual manera los poliinsaturados en un 66.99 % y los saturados se encuentran presentes en un 33.85 %. Cabe resaltar que el gusano rojo presenta cantidades mínimas de los ácidos Caprílico y Cáprico, los cuales no se encuentran presentes en la grasa del gusano blanco, éste a su vez muestra mayor cantidad de ácido Palmitoleico que el gusano rojo, el cual a su vez presenta mayor cantidad de ácido Esteárico y Oleico.

El porcentaje de cenizas reportado en la bibliografía para el gusano rojo es 1.04%, en el presente estudio se obtuvo un promedio de 0.91%, dicho resultado es ligeramente menor, presentando una variación de 12.5 % con respecto a los datos encontrados en la literatura. En el gusano blanco se obtuvo un promedio de cenizas de 1.44 % siendo este dato 44 % mayor que el valor reportado en la literatura el cual es 1.0 %.

En cuanto al contenido de Cenizas el gusano blanco de maguey muestra un mayor contenido de este componente que el gusano rojo, un factor importante para la obtención de estos resultados es el tipo de suelo en el cual se desarrolló la planta hospedera de donde se colectaron estos gusanos ya que mientras el gusano rojo fue colectado en el Municipio de Acayuca Hidalgo, el gusano blanco se colectó en el Municipio de Huehuetoca Estado de México y dado que los dos lugares presentan diferente tipo de suelo la cantidad de minerales disponibles para el desarrollo de planta en ambos lugares es distinta.

En relación con el contenido de proteína en la cuantificación de este componente se emplearon dos métodos: El Kjeldahl que mide nitrógeno la proteína se obtiene mediante una operación multiplicando el $N_2 \times 6.25$, el contenido de nitrógeno puede sobre evaluar el contenido de proteína, ya que mide nitrógeno que está presente no sólo en proteínas, sino en vitaminas y minerales y el otro método empleado Bradford mide enlace peptídico y por lo tanto proteína verdadera. Los resultados encontrados no dieron el mismo resultado como era de esperarse.

Para el gusano rojo el porcentaje promedio de proteína cuantificado por el método Kjeldahl fue de 20.92%, existiendo una ligera variación de 14.12 % más que el dato reportado en la literatura el cual es 18.33%. Mientras que el porcentaje promedio encontrado por el método Bradford fue de 20.96%, existiendo una diferencia de 14.34 % más que el dato reportado en la bibliografía.

En el gusano blanco el porcentaje promedio de proteína obtenido por el método Bradford fue de 18.02%, dando un resultado de 7.9 % más que el dato reportado en la literatura el cual es de 16.7%. El porcentaje promedio cuantificado por el método Kjeldahl fue de 19.19%, dicho resultado es 14.91 % más que el dato bibliográfico se ve una pequeña diferencia entre los resultados obtenidos por el método Kjeldahl y Bradford, siendo más confiable el dato obtenido por este último ya que como se menciono anteriormente mide proteína verdadera.

Los resultados obtenidos en Proteína en el gusano blanco de maguey por los métodos Kjeldahl y Bradford son muy similares a pesar de que las dos técnicas cuantifican de diferente manera este componente, se esperaba que los resultados por el método Kjeldahl fueran mucho más elevados que los de Bradford, ya que el primero se basa en la determinación del nitrógeno total de la muestra, lo cual en los insectos nos pudo llevar a un error debido a que esta especie presenta un alto contenido de este componente. Sin embargo no fue así dado que la cantidad de nitrógeno y quitina que presenta el gusano blanco no son tan elevadas, es por ello que los resultados obtenidos por los dos métodos empleados son similares a los obtenidos por el método Bradford, son más confiables ya que este cuantifica enlace peptídico por lo tanto proteína verdadera.

Sin embargo en el gusano rojo de maguey sucedió todo lo contrario ya que los resultados obtenidos por el método Bradford son mínimamente mayores que los cuantificados por el método Kjeldahl, lo cual pudo ser provocado por dos factores: el primer error pudo ser ocasionado al momento de estar efectuando la destilación de la muestra y el segundo al momento de estar tomando las lecturas en la titulación. Cualquiera de estos factores influye notablemente en el resultado de la prueba.

Tomando en cuenta que la cantidad de quitina encontrada en los gusanos de maguey blanco y rojo fue mínima la presencia de proteína asociada a este componente no pudo ser detectada, lo cual explica que el contenido de proteína por el método de Kjeldahl diese un dato similar a el encontrado por el método Bradford (que mide proteína verdadera), situación diferente a la encontrada en otro tipo de productos como es el caso de los chapulines, donde en contenido de nitrógeno asociado a quitina y proteína asociada a quitina es elevado y los datos de Bradford vs Kjeldahl eran totalmente diferentes.

En cuanto al contenido de quitina no se encontró dato alguno en la literatura referido a estos gusanos. La cantidad de quitina encontrada en el presente trabajo en el gusano rojo fue 0.93% y en el blanco 0.62%, lo cual nos indica que es mínima la presencia de este componente en los gusanos rojo y blanco de maguey.

El bajo contenido de quitina en los gusanos de maguey se debe al estado de madurez (larva), ya que al ser gusanos la quitina aún, no se forma, mientras que en el caso de los insectos adultos (mariposas) el contenido de quitina sería mayor.

Para el presente trabajo se conoce el lugar, clima y tipo de agave del cual fueron colectados los gusanos de maguey, mientras que los gusanos utilizados para la obtención de los datos bibliográficos no se menciona ni el lugar y tipo de agave del cual fueron colectados. Esto es muy importante debido a que las condiciones climáticas y el tipo de suelo del lugar influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de agave, dado que es de allí donde se alimentan los gusanos la composición de estos varía en función del tipo de agave, clima, suelo y desarrollo de la planta.

7.7 CONCLUSIONES

- En cuanto a la cantidad de proteínas se encontró que los gusanos de maguey presentan una buena proporción de este componente, resaltando el gusano rojo de maguey el cual muestra un mayor contenido de proteínas que el gusano blanco.

- La calidad y cantidad de los aminoácidos que proporcionan los gusanos de maguey blanco y rojo son consideradas por la FAO (Tabla No 5) como buena, dado el contenido de aminoácidos esenciales. Sin embargo la calidad de las proteínas del gusano rojo de maguey es superior a las del gusano blanco debido a que este presenta una mayor cantidad de aminoácidos indispensables (Lisina, Valina, Leucina, Isoleucina, Treonina, Fenilalanina), incluso superando el patrón de la FAO y además presenta una mayor presencia de aminoácidos dispensables.

- Los gusanos de maguey son un magnífico alimento rico en grasas, las cuales en el gusano rojo están constituidas en su mayoría por ácidos grasos insaturados como el Oleico y Linoleico, además en la grasa de este se identifico la presencia de los ácidos grasos Caprílico y Cáprico los cuales no se encuentran en el gusano blanco, este es rico en ácidos insaturados como el Oleico, Palmitoleico y Linoleico.

- En el presente trabajo se logro identificar la presencia de un mayor número de ácidos grasos en la grasa del gusano blanco de maguey. En la literatura solo se hace referencia de los ácidos grasos insaturados Oleico y Linoleico, además de los ácidos grasos saturados Palmítico y Esteárico. Sin embargo en el presente trabajo se logro identificar la presencia de los ácidos grasos insaturados Palmitoleico y Linolenico, al igual que los siguientes ácidos grasos insaturados Láurico y Mirístico.

- El bajo contenido de quitina en los gusanos de magüey se debe al estado de madurez en el cual se llevo a cabo la determinación de este componente, ya que al efectuarse en estado larvario la quitina aún no se encuentra formada, mientras que en el caso de que el análisis se efectuara en estado adulto (mariposas) el contenido de quitina seria mayor dado que esta se encuentra totalmente desarrollada.
- De acuerdo al presente estudio se puede concluir que la calidad de las proteínas del gusano rojo de magüey es superior a las del gusano blanco, debido a que presenta una mayor proporción de aminoácidos indispensables. Así mismo el gusano rojo presenta una mayor cantidad de grasa que el gusano blanco, la cual esta constituida en su mayoría por ácidos grasos insaturados los cuales son benéficos para el organismo humano ya que son esenciales para el crecimiento y el buen estado de la piel, además son un constituyente vital de las membranas y son importantes en la regulación de una amplia diversidad de procesos fisiológicos.
- Es necesario hacer una reconsideración de la necesidad de investigación de los alimentos tradicionales, que sea encaminada en la proposición de programas de recuperación de estos recursos. Tomando en cuenta los procesos acelerados de las fuerzas productivas, la progresiva urbanización, la venta de mano de obra en la industria, las migraciones a las grandes ciudades y la incorporación de alimentos de fácil acceso y de atractiva presentación, (a través de fuertes campañas publicitarias) pero de muy bajo o nulo valor nutricional, que viene sustituyendo los alimentos autóctonos.

Esta situación provoca la pérdida paulatina de tecnologías tradicionales de producción, uso y manejo de los recursos. En este sentido es relevante la necesidad de estos trabajos, orientándolos en el análisis de las estrategias de producción y manejo de los alimentos tradicionales por los grupos sociales, con el objeto de poder promover su reincorporación y revalorización por medio de programas de desarrollo de las distintas regiones del país y aprovechando los conocimientos que ofrece la ciencia y la tecnología modernas.

APÉNDICE A.

TÉCNICAS DE ANÁLISIS

1) HUMEDAD

El método de estufa con arena, el cual consiste en colocar a peso constante la caja de humedad con 5 gr de arena, se peso y se agrego 5 gr de la muestra la cual se mezcló con la arena, se colocó en el horno por 24 horas a una temperatura de 75°C al cumplirse el tiempo las cajas de humedad se colocaron en el disecador y por último se pesaron en la balanza analítica. (Egan H., 1988)

$$\text{Humedad} = \frac{P_i c / \text{muestra} - P_f}{P_m} \cdot 100$$

Pm

Donde:

Pi c/ muestra: peso inicial de la caja con muestra

Pf: peso final de la caja

Pm: peso de la muestra

2) CENIZAS

Para la determinación de Cenizas se utilizó el método general; para lo cual se colocan los crisoles a peso constante y una vez obtenido el peso constante se colocó 3gr, de muestra expandiéndolos a fuego directo, una vez que ya no desprendían humo se colocaron en el horno de la mufla a una temperatura entre los 500 y 600 °C, hasta que la muestra adquirió un color blanquiceo, inmediatamente después se colocaron en el disecador con el fin de enfriar los crisoles y por último se pesaron en una balanza analítica. (Egan H. 1988)

$$\text{Cenizas} = \frac{P_f - P_{cm}}{P_m} \cdot 100$$

Pm

Donde:

Pf: peso final del crisol.

Pcm: peso del crisol con muestra.

Pm: peso de la muestra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3) GRASA

El método Schmith o hidrólisis ácida, para el cual se utilizó un matraz de bola a peso constante y tubos de mojonner. Para esto se pesaron 4 gr. de muestra, ésta se coloca en un vaso de precipitados de 100 ml, se le agregan 20 ml de HCl 6N, inmediatamente se pone a calentar la muestra durante 40 min, hasta que adquiere una coloración negra, posteriormente la muestra se transfiere a los tubos de mojonner donde se le realizan 3 lavados, para cada uno de ellos se emplean 40 ml de éter de petróleo, además se tienen que realizar 30 inversiones del tubo de mojonner moviendo este de arriba hacia abajo lentamente, una vez realizadas las inversiones se deja reposar el tubo, en el cual se distinguen dos fases una oscura en la parte inferior y otra clara en la superior, esta última se extrae con cuidado y al término de la extracción de esta fase se le agregan otros 40 ml de éter de petróleo hasta completar los lavados. Una vez cumplidos éstos el extracto más denso el cual contiene la grasa se transfiere a un matraz de bola de 250 ml, posteriormente se separa la grasa del éter de petróleo utilizando un rota vapor, una vez que éstos se separan el matraz junto con la grasa se colocan en el horno a peso constante por espacio de 1 hr a una temperatura de 70 °C, acto seguido se introduce al desecador y como último paso se pesa en una balanza analítica. (Egan H., 1988)

$$\text{Grasa} = \frac{M_c/\text{muestra} - M_P \text{ etc}}{P_m}$$

Donde:

$M_c/\text{muestra}$: Peso del matraz con muestra

$M_p \text{ etc}$: Peso del matraz a peso constante.

P_m : Peso de la muestra

4) ACIDOS GRASOS

Para la obtención de la grasa se empleó un sistema de extracción con equipo soxhlet (un matraz de bola, una mantilla, un refrigerante y un soporte universal), colocar 200 ml de éter de petróleo en el matraz. En un cartucho se depositó aproximadamente 10 gr de muestra, se montó el aparato y se dejó en reflujo durante 6 horas. Al cumplirse el tiempo se separa la grasa del éter de petróleo utilizando un rotavapor.

a) Transesterificación

Las grasas animales están constituidas por triglicéridos que son triésteres de la glicerina con ácidos grasos, éstos son compuestos de alto peso molecular y como tales es difícil analizarlos en un cromatógrafo de gases convencional. Se requiere de un cromatógrafo de gases de alta temperatura con columnas capilares recubiertas con aluminio o acero inoxidable. Por tal motivo, es necesario formar un derivado que es el éster metílico de los ácidos grasos, que son compuestos con puntos de ebullición más bajos y por lo tanto, se pueden analizar fácilmente por ésta técnica. (Doniz, 1994).

La grasa limpia se puso reflujo por 4 horas con metilato de sodio 4 N y al final se obtuvo la muestra que se corrió en el cromatógrafo de gases.

5) PROTEINA

Se emplearon dos métodos distintos para cuantificar este componente los cuales son:

- 1) Método Kjeldahl.
- 2) Método Bradford.

a) Método de Kjeldahl

En esta prueba se utilizó el destilador de Kjeldahl. Para lo cual se pesaron 0.2 gr de sulfato de cobre y 1.5 gr de sulfato de sodio se envolvieron en papel copia o cebolla y se colocaron en un matraz, agregándoles 3 ml de ácido sulfúrico concentrado, acto seguido se pusieron a calentar hasta que adquirieron un color verdoso, se vació al destilador aplicándole antes un poco de agua; al mismo tiempo se colocó un matraz con 50 ml, de ácido bórico al 5% después se llenó la copa del destilador con hidróxido de sodio al 40% una vez que el matraz tuvo 100 ml, de disolución se valoró con ácido clorhídrico 0.1 N. (Egan H., 1988)

$$\% \text{ proteína} = \frac{\text{ml HCl} \cdot \text{N HCl} \cdot 0.014}{\text{g}} \cdot \text{F} \cdot 100$$

Donde:

ml HCl: mililitros gastados de HCl.

N HCl: Normalidad de HCl.

g: gramos de muestra

F: 6.25

b) Técnica Bradford

Reactivos

- Solución de Azul brillante de Coomassie G- 250.
- Etanol al 95%
- H_3PO_4 al 85% (w/v)

Para poder llevar a cabo la cuantificación de proteínas por el método, se elaboro una curva patrón partiendo de una solución de albúmina serica bovina de 10 mg/10 ml.

Concentración de proteína en la curva patrón (mg/ml)

Tubo No	Concentración
1	0.122
2	0.233
3	0.324
4	0.404
5	0.488
6	0.579
7	0.671
8	0.762
9	0.854
10	0.945

Una vez construida la curva patrón se realizó la cuantificación de proteína, para dicho método fue necesario realizar una dilución de la muestra con NaCl al 85%, empleando una cantidad de 7 ml en 0.2300 gr de muestra.

Ya preparada la muestra se procedió a realizar la técnica, cuya secuencia es:

- 1) Pipetear en un tubo de ensaye 0.1 ml de la muestra de proteína.
- 2) Agregar 1.9 ml de reactivo de Coomassie.
- 3) Mezclar.
- 4) Medir la absorbancia a 595 nm.

6. OBTENCIÓN DE QUITINA

Reactivos

- NaOH al 0.5%
- NaOH al 3%
- NaClO
- HCl 1.25 N

Se pesaron 15 gr aproximadamente de muestra de Gusano de maguety. Se transfirió el material en un vaso de precipitados de 500 ml y se calentó a ebullición con 200 ml de NaOH al 0.5%, con agitación. Luego se enfrió y se separó el líquido por decantación.

El residuo sólido se calienta con 100 ml de NaOH al 3% por 10 minutos y luego se enfrió y se separó el líquido. Al residuo se le repitió este procedimiento tres veces.

El residuo sólido remanente se trató con 180 ml de NaClO agitando por 30 minutos aproximadamente para remover todos los pigmentos que contenían los gusanos de maguety. El líquido se separó y descartó.

El residuo remanente se lavó y desmineralizó con 100 ml de HCl 1.25 N a temperatura ambiente por 30 minutos. Luego se separó el líquido y se descartó, el residuo se lavó con agua, se seco y peso para determinar el porcentaje de producto obtenido.

Calculo del porcentaje de quitina presente en el gusano de maguety

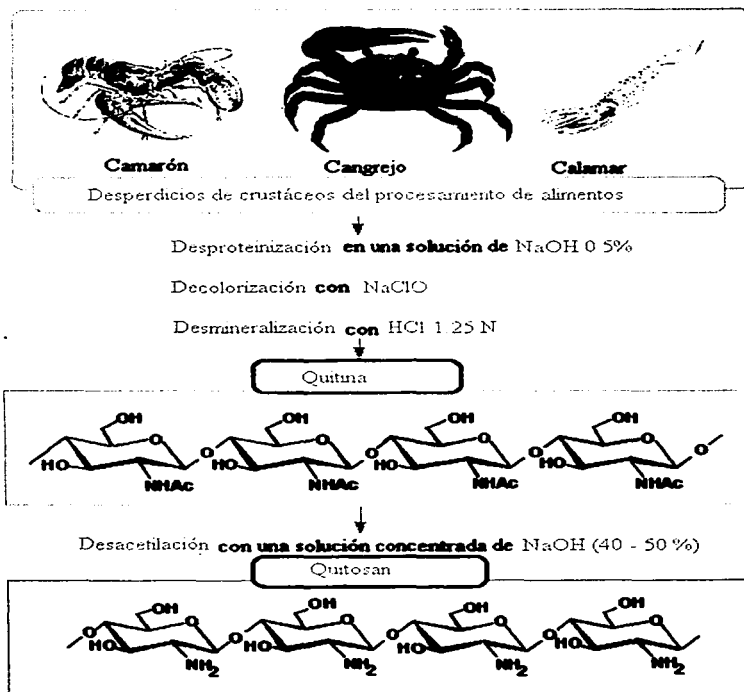
Datos:

- Cantidad de muestra utilizada gr
- Cantidad de producto obtenido (quitina) gr

Cantidad de muestra utilizada gr \longrightarrow 100%
Cantidad de producto obtenido (quitina) gr. \longrightarrow X%

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura No 14. Preparación de quitina y quitosan.



Fuente: <http://user.chollan.net/~chitin and chitosan>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APENDICE B

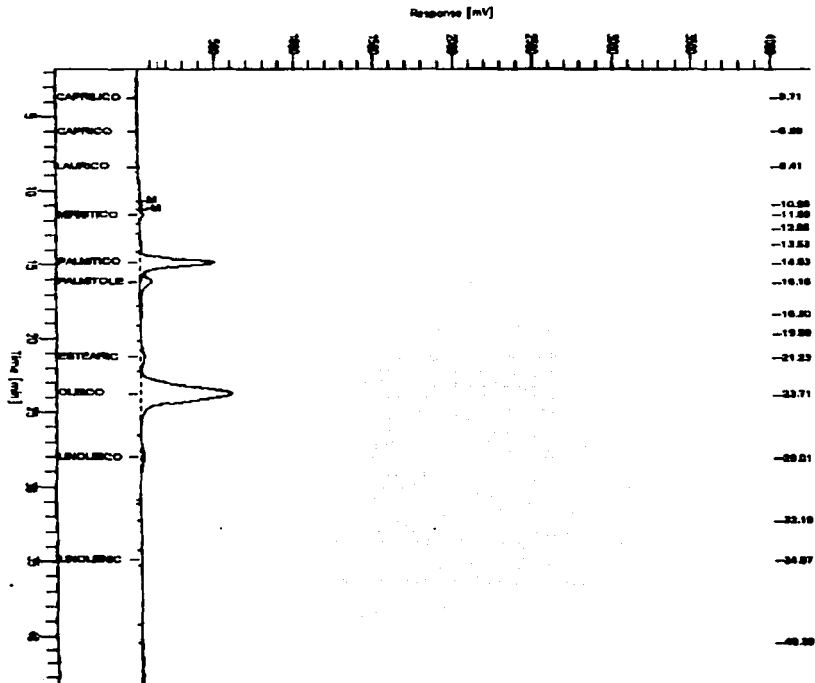
Chromatogram

Sample Name: Gusano rojo de maquey
 File Name: F:\Data-4\GUND002.RAN
 Method:
 Start Time: 1:78 min
 Scale Factor: 0.0

End Time: 43.57 min
 Plot Offset: 5 mV

Sample #: GUSANOS - 18
 Date: 5/11/01 10:28 AM
 Time of Injection: 26/1001 2:47 PM
 Low Point: -5.00 mV
 Plot Scale: 4000.0 mV

High Point: 4005.00 mV

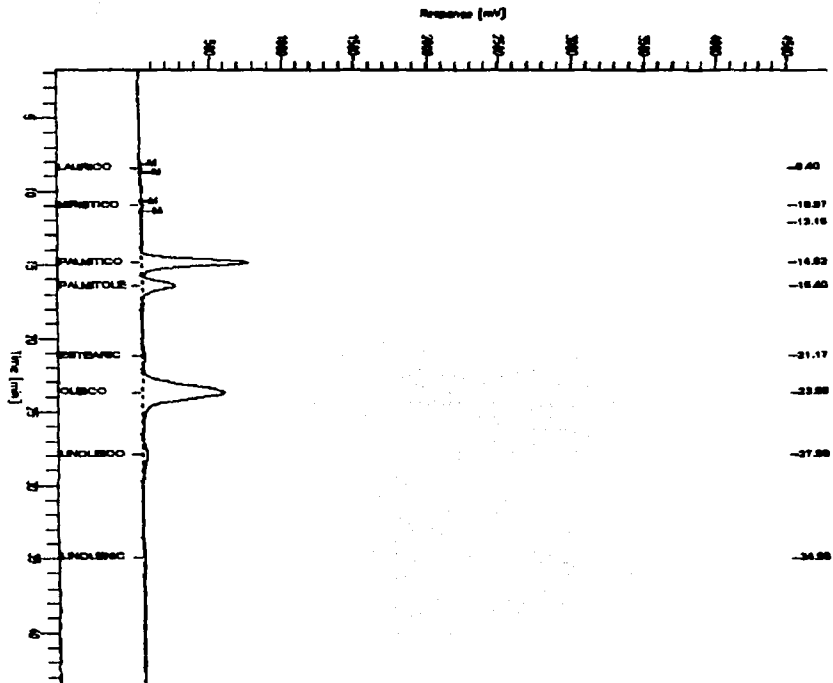


Chromatogram

Sample Name : GUSANO BLANCO DE MAGUEY
 File Name : FADATA-AGUN0003.RAW
 Method :
 Start Time : 1.78 min
 Scale Factor : 0.0

End Time : 43.57 min
 Plot Offset : 10 mV

Sample # : GUSANO - 20
 Date : 5/11/01 10 31 AM
 Time of Injection : 26/10/01 3:37 PM
 Low Point : 10 00 mV
 Plot Scale : 4500 0 mV
 High Point : 4510 00



REFERENCIAS

1. Arnold.E.B.1997.Nutrición y alimentos dieteticos. Ed Acribia ,Zaragoza España.
2. Badui ,Dergal, S., 1988. Diccionario de tecnología de alimentos, Ed Alhambra Mexicana, México.
3. Badui Dergal, S., 1999. Química de Alimentos, Segunda edición, Ed Alambra Mexicana, México.
4. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microquantities of protein. Anal. Biochemist.
5. Castelló Yturbide. T. 1987. Presencia de la comida prehispánica. Fomento cultural Banamex, Segunda edición, México.
6. Chen, E.P y Osorno V., 1981. Estudio preliminar sobre la biología del gusano blanco de maguey, Promotora del Maguey y el Nopal, Colección de Estudios y proyectos.
7. Cruz camargo C. Evaluación del efecto conservador y antimicrobico de la película de quitosan en la vida útil del mango. Tesis profesional. FESC, UNAM, México.
8. Egan H., 1996. Análisis químico de Alimentos de Person, Segunda edición, Ed Continental, México.
9. García, García., G.M. 1972, Estudio bromatológico de una larva comestible en México, Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
10. Goncalvez de Lima O., 1986. El maguey y el pulque en los códices mexicanos, Primera reimpression, Fondo de Cultura Económica, México.
11. Gunter vollmer y Gunter josst., 1999. Elementos de bromatología descriptiva, Ed Acribia , Zaragoza España.
12. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. 1992.Tablas del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión nacional de Alimentación. Segunda edición. México.
13. Granados Sánchez D., 1993. Los Agaves en México, Primera edición , Universidad Autónoma Chapingo.
14. Kirk, Raymond ., 1963. Enciclopedia de Tecnología Química, Volumen 13, Ed Hispano - Americana, México, Pág. 423- 428.
15. Lenninger L.A. 1995., Bioquímica, Editorial Omega, España, pp 59 -68.

16. Manzano Macedo J., 1988. Estudio Etnobiológico del Gusano de Maguicy (*Aegiale Acentrocneeme*, *Cossus redtenbachi* HAMM y *Scyphophorus acupunctatus* GYLL) en el Municipio de Apan Hidalgo, Informe de Servicio Social, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
17. Massiev.G.R.A. Cravioto,I.F.1959.Nuevos datos sobre el valor nutritivo de algunos insectos comestible mexicanos. *Ana soc.Biol..Pernambuco*.26:91-104.
18. Nonthe, S. Miranda S.P. Rosales, Ma E. Lara V. Recuperación de proteínas a partir de efluentes del proceso de obtención de quitina a partir de desechos de camarón. Servicio social. FESC, UNAM.
19. Ramos Elourdy J., 1987, Insectos como fuente de proteína en el futuro, Segunda edición, Ed Limusa, México.
20. Ramos Elourdy, J., Pino Moreno J.M., 1989. Los insectos comestibles en el México Antiguo, Ed AGT, México.
21. Santos Moreno, A., 1993. Química y Bioquímica de Alimentos, Universidad Autónoma Chapingo, Ingeniería Agroindustrial.
22. Steve Z.1996. Grasas y aceites alimentarios. Ed Acribia, Zaragoza (España).
23. Vilchiz Jaimez E. 2000. Determinación del valor nutritivo del chapulin *Sphenarium purpurascens* Ch. (ORTHOPTERA PYRGOMORPHIDAE), como alimento para el ser humano. Tesis profesional FESC .Ingeniero Agrícola. UNAM.
24. Zamorano paullada P., 1999. Cromatografía de gases capilar de ácidos grasos cis y trans en mezclas de manteca de cerdo y sebo de res, Memoria de desempeño profesional, UNAM, FESC QFB.
25. <http://user.chollian.net/~chitin/intro.html>
26. <http://user.chollian.net/~chitin/cellulose.gif>
27. <http://www.insectia.com>
28. <http://www.Jornada.unam.mx>

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN