



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA
BIOTECNOLOGIA DE *Sphenarlum histrio* Gerst.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
P R E S E N T A
JUAN ANTONIO GARCIA OVIEDO



DIRECTOR DE TESIS:
DRA. ISABEL BASSOLS BATALLA

MEXICO, D. F.

1996



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**DEDICO ESTA TESIS A LA
MEMORIA DE LA
DRA. ISABEL BASSOLS BATALLA**

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, mis hermanos, y mis sobrinas, por la paciencia y comprensión en mis momentos de "histeria".

A mi comite tutorial, inicialmente integrado por la Dra. Isabel Bassols Batalla, Dra. Julieta Ramos Elorduy y M. en C. Manuel Pino, ya que sin sus valiosas sugerencias ese trabajo no hubiese visto la luz.

A mis profesores y amigos que asistieron al seminario Departamental de Zoología, y del cual surgieron comentarios que ayudaron a enriquecer este trabajo, especialmente al Biol. Edmundo Teniente Nivón, Dr. Rodolfo Ramírez Granados y Biol. Rosalia Torres Besaury.

Al Dr. Julio Hernández por su ayuda para subsanar los tramites administrativos.

A el Laboratorio de Entomología de la ENCB-IPN, por permitirme el uso de su insectario para la cria masiva.
En particular al Q.B.P. Eulogio Bordas Costa y a la Biol. Olga Dávila Vera por su apoyo y amistad.

A el Laboratorio de Ecología de Insectos del Centro de Ecología de UNAM, por darme la oportunidad de usar sus computadoras para la captura final del trabajo.
En especial a la Dra. Betty Benrey por la oportunidad que me dió y la confianza depositadas en mi.

A la Escuela de Biología de la Universidad Simón Bolívar por la motivación que dan a su profesores, en particular a la M. en C. Graciela Serrano Limón por la confianza puesta en mi y a Laura Borrego por su amistad.

A mis amigos y profesores de la ENCB-IPN, en especial a los del Laboratorio de Ecología, Marychuy, Aurora, Pelonchas, El gato, Alberto y particularmente a la M en C. María Luisa Sevilla, por su ejemplar entusiasmo y por darnos la oportunidad de formarnos académicamente.

A mis amigos del Laboratorio de Ecología de Insectos, particularmente a Gaby Jiménez, por su ayuda incondicional y su total discreción.

A todas aquellas personas que de forma directa o indirecta intervinieron para que se concluyera este trabajo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	5
2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONSUMO DE INSECTOS	5
2.2 ESTUDIOS ACERCA DE EL GENERO <i>Sphenarium</i> Y EN PARTICULAR DE LA ESPECIE <i>histrion</i> .	8
2.3 CONSIDERACIONES SOBRE LA BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS,	12
3. OBJETIVOS	19
3.1 GENERALES	19
3.2 PARTICULARES	20
4. METODOLOGIA	21
4.1 ETAPA DE CAMPO	21
4.2 ETAPA DE LABORATORIO	22
4.3 ETAPA DE PROCESAMIENTO	24
4.3.1 MATERIAS PRIMAS	25
4.3.2 MATERIAS AUXILIARES	25
4.3.3 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO	26
4.3.4 REACTIVOS	27
4.3.5 METODOS ANALITICOS	28
4.3.5.1 COLOR	28
4.3.5.2 TEXTURA	28

4.3.6	ANALISIS MICROBIOLOGICO	29
4.3.7	EVALUACION SENSORIAL	30
4.3.8	EFFECTO DEL TIPO DE GRASA, PROPORCION Y FORMA DE ADICIONARLA EN LA APARIENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO	30
4.3.9	SELECCION DE LA ESPECIE DE "CHAPULIN"	31
4.3.10	ADICION DE SAL Y AZUCAR	32
4.3.11	SELECCION DEL TIPO DE CONDIMENTO	32
4.3.12	DEFINICION DEL TIEMPO DE MASAJE	34
4.3.13	DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA NECESARIA	35
4.3.14	DETERMINACION DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE COCIMIENTO	36
4.3.15	SELECCION DEL EMPAQUE PARA COCIMIENTO Y SU EFECTO EN LA PERDIDA DE PESO	36
4.3.16	EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE SAL EN LA TEXTURA	37
4.3.17	EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE FOSFATOS EN LA TEXTURA	38
4.3.18	ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL PRODUCTO TERMINADO	38
4.3.19	EVALUACION SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO	39
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	41
6.	CONCLUSIONES	48
7.	BIBLIOGRAFIA	51

ANEXO

1. INTRODUCCION

La sensación de hambre y apetito es una manifestación de la necesidad básica que tiene el hombre de alimentarse. Para satisfacerla los humanos realizan un conjunto de actividades diarias que le son características y por las que obtiene, prepara y consume los alimentos. Estos "actos" son regulados por el conjunto de normas sociales del grupo social al que pertenece cada individuo y que al mismo tiempo satisfacen necesidades emocionales personales y no necesariamente metabólicas.

Algunos autores a los aspectos anteriores les denominan hábitos alimentarios, los cuales están en relación directa con la edad, el sexo, las condiciones fisiológicas, la enfermedad o los gustos de cada individuo o bien a el tipo de actividad que desempeña. A éste conjunto de costumbres semejantes se les llama patrones de alimentación de grupo.

Estos patrones se determinan de acuerdo con los alimentos disponibles en el medio donde vive cada grupo humano, pero de todos estos productos que potencialmente podrían servir como alimento se seleccionan algunos. Esto significa que el medio puede contener recursos que podrían servir como alimento, pero que no son considerados como tales. Por ejemplo, en nuestra sociedad las ratas y los insectos, que son comidos por otros grupos humanos, no son considerados como alimento.

Los alimentos accesibles forman parte de las condiciones materiales de vida, los que a su vez, se encuentran influenciados por factores internos y externos

Los primeros son los recursos ecológicos que contiene el medio en que vive cada grupo humano.

Los factores externos que influyen sobre los tipos de alimentos seleccionados incluyen las relaciones entre diferentes etnias y que le sirven para conocer, incrementar o mejorar sus recursos tecnológicos o su situación económica.

De las múltiples alternativas de comida que ofrece el medio, los grupos étnicos seleccionan solamente aquellos que pueden considerarse como alimento; para lo cual consideran la forma y circunstancias en que puede ser consumido.

Al conjunto de dichos criterios se le denomina la ideología en relación a la comida, la cual se forma en la cultura, que es influenciada por elementos tales como la religión, la ley, normas de comportamiento social o por el contacto con grupos de cultura diferente, que aportan nuevas formas de vida, incluyendo otros alimentos.

Específicamente en México, la población pobre padece una crisis alimentaria que se ha agravado peligrosamente en los últimos años, por la disminución en la producción de alimentos y por el incremento en la población nacional. Además de

que los alimentos que poseen un alto valor nutritivo como las carnes, la leche y el huevo, aunado al elevado precio en el mercado, que los hace inaccesibles para la población que percibe el salario mínimo y han llegado incluso a desaparecer en algunas de las mesas de los hogares mexicanos, cuyo nivel de vida es realmente paupérrimo.

La mínima cantidad de proteínas animales que consume la población mexicana, ha sido reportada por diversas instituciones científicas por ejemplo, en las estadísticas proporcionadas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), acerca de la situación que priva en este renglón en los países desarrollados. De acuerdo con ellas, en estas naciones se ingieren diariamente 99 gr. en promedio de proteínas por personas, de las cuales 56 gr. provienen de diversos animales. Por su parte, en las comunidades socialistas la mitad los 100 gr. de proteínas que comen se derivan de productos pecuarios.

En contraste, en México, según datos del INN, las proteínas de origen animal representaban entre 16 y 24 % de la dieta de los mexicanos en forma global.

Un paliativo a ésta crisis de proteína animal fue el incremento de algunos vegetales en la dieta. Lo alarmante, según datos del INN, es que dichos vegetales son deficientes en aminoácidos esenciales, es decir los alimentos de este tipo no bastan para nutrir a un individuo en forma completa, en virtud de que carecen de aminoácidos tales como el el triptófano, la metionina, la lisina y la treonina, las cuales se hallan en proporciones adecuadas sólo en productos de origen animal. De

allí que la cantidad de proteínas de origen animal constituya el mejor índice para determinar la calidad de la misma.

El problema más limitativo en la cuestión alimentaria es el deteriorado poder adquisitivo de los mexicanos. Por ello, se han creado alternativas alimentarias a bajo costo y con alto nivel nutritivo. Por ejemplo la producción y la biotecnología de alimentos esta contribuyendo a tratar de resolver parcialmente el problema alimentario.

Por ejemplo para incrementar la producción de alimentos, se han realizado diversas investigaciones que involucra la genética de las plantas y los animales.

Otra opción está en incluir alimentos que ahora no se consumen de una manera sistemática y que se encuentran en la naturaleza en magnitud considerable y que son de un alto valor nutritivo, como los insectos, las algas, las bacterias cultivadas en medios apropiados, etc.

Los insectos poseen gran importancia potencial en la producción de proteína animal, que aunque hasta ahora desaprovechada, no deja de ser una fuente ilimitada que se localiza en todas partes pero principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo principalmente en los países en desarrollo. Algunos de los factores relevantes que convierten a los insectos en un grupo potencial para la obtención de proteínas son: la gran resistencia y adaptabilidad morfo y fisiológica que se manifiesta en los hábitats donde viven, su rápido crecimiento, su alta capacidad de reproducción, su capacidad de alimentarse a

partir de una gran gama de alimentos naturales y artificiales. Además de la cantidad de proteínas que posee así como su digestibilidad "in vitro" y "in vivo" y el hecho de ser aceptablemente comestible por el hombre.

Sin embargo para un mejor aprovechamiento es necesario conocer su biología y en otros casos realizar campañas de educación nutricional en algunos sectores de la población que permitan una más rápida aceptación y elaborar nuevos productos alimenticios cuyo componente proteínico sean los insectos en este caso

2. ANTECEDENTES

2.1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CONSUMO DE INSECTOS

Lever (1984) menciona que en la altiplanicie central los nahuas son uno de los múltiples grupos nativos que habitaban nuestro país, en la península de Yucatán los mayas y en el occidente los purepechas.

A la llegada de los españoles, el territorio se encontraba bien organizado para el comercio, trueque, intercambio alimenticio, etc. sin embargo la ecología de las diferentes regiones condicionaba la producción de ciertos alimentos y la falta de otros. Así pues los mayas tenían una dieta que incluía una gran cantidad de productos acuáticos tanto de río como de mar y las culturas del altiplano tuvieron una dieta fundamentalmente vegetal.

Los animales que consumían eran en su mayor parte, productos de la caza

y la pesca, más de 20 especies diferentes se encontraban presentes en las mesas, donde destacan diversos tipos de peces, renacuajos, axólotl, accocili o camaroncillos de río, moscas de agua conocidas como amóyotl, insectos y el redescubierto tecultlatl (*Spirulina geltleri*), en el occidente del país se desarrolló la cultura purépecha con una dieta a base de maíz, frijol, chile, carne de axuni o venado y vichu, y los atoles elaborados a base de insectos. Los anteriores eran consumidos en la forma de curundas, curundas uchepos y atoles de maíz o frijol, sazonados con chile, un poco de pescado y mucha fruta.

Los invasores prohibieron algunas de las costumbres alimentarias de las naturales, como el consumo de carne humana y de perros; o bien redujeron al mínimo el empleo de otros como el amaranto, la víbora, los insectos y los batracos.

Coronado (1984) reporta que el beneficio de los insectos se complementa con su utilización en la alimentación del hombre y los animales domésticas. En este caso citando los gusanos blancos del maguey así como los gusanos rojos, los jumiles, chapulines, langosta, mosco para pájaros, etc.

Borror et al(1987) mencionan que muchos animales utilizan insectos como alimento y que también son empleados por el hombre en muchas partes del mundo como Arabia que comen chapulines; en Africa donde los nativos comen hormigas, termitas, escarabajos orugas y chapulines; en el Oriente donde los hombres comen

chapulines y en México los gusanos de maguey que son considerados deliciosos.

Ramos-Elorduy J.(1987) utiliza el termino ENTOMOFAGIA para referirse al consumo de insectos así mismo menciona que este hábito se ha practicado desde hace miles de años, o sea que los insectos han formado parte de las costumbres tradicionales de la alimentación de diferentes comunidades biogeográficas de Europa, África, Australia y América.

(Ramos-Elorduy J.,J.M.Plno M. 1987) También mencionan que en México, el consumo de insectos se practica desde antes de la conquista, y actualmente es una costumbre establecida en gran parte de la población, por lo que es necesario promoverla para que readunde en un beneficio nutrisional de las diversas etnias que existen en la República Mexicana.

Bouges (1989) menciona que la tradición alimentaria del mexicano, consiste en, comida variada, apetitosa, de presentación sugerente. Y que el mexicano prehispánico consumía maíz, frijol, chile, frutas, insectos, peces, animales domésticos y de caza, pulque y varios más.

Muñoz (1986) Comenta que la cocina prehispánica era de un gran interés para los españoles, Bernal Díaz Del Castillo nos habla de la comida del Emperador Moctezuma, decía que le eran servidos más de 300 platillos de los cuales los

preferidos eran guajolote con mole, faisán, palomas, venado, codornices, jabalí, insectos, y ahuahutle. Los insectos como alimento de los aztecas fue un recurso natural importante en esa época, el más consumido y abundante es el mosco de sanja del Lago de Texcoco llamado por los aztecas axayacatl, que junto con el huevecillo llamado Ahuahutle que el Rey Moctezuma lo consumía con frecuencia y los españoles solían comerlo llamándolo el caviar de los mexicanos.

2.2 ESTUDIOS ACERCA DE EL GENERO *Sphenarium* Y EN PARTICULAR DE LA ESPECIE *histrion*

Grimaldo (1957) en cerca de 60 alimentos mexicanos, incluidos los chapulines del género *Sphenarium sp.*, realizó una serie de trabajos para conocer el contenido de aminoácidos obteniendo así el contenido en nitrógeno, proteína, cisteína y tirosina de los mismos, concluyendo que dentro de los alimentos de origen animal cuyas proteínas pueden considerarse altas en tirosina, están los chapulines con 5.67 %.

Márquez (1962) realizó un estudio de las especies del género *Sphenarium*

basado en sus genitales. Así también realiza una descripción de los genitales del macho y la hembra de la especie *S. histrio*.

Por otro lado menciona algunos aspectos sistemáticos como por ejemplo que el género fue creado por Charpentier (1841-1845) y que en 1873, Gerstaecker describe a la especie *S. histrio*. También comenta que según M. Hederd en 1932, *S. ictericum* y *S. bolivari* son sinónimos de *S. histrio*. Así mismo supone que *S. carinatum*, que ha sido reportada de Guatemala, se encuentra en la misma situación. Por otro lado reporta la distribución de *S. histrio* que probablemente abarca los lugares tropicales de la parte sur de México, como son los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Campeche.

Vera (1971) llevó a cabo un trabajo sobre el ciclo de vida de *Sphenarium purpurascens* carpenter en condiciones de laboratorio habiendo obtenido como resultados, la duración de vida de la especie, el número de oviposiciones por hembra, el desarrollo y la mortalidad de las ninfas así como algunas consideraciones etológicas.

Además experimentó una dieta para mantenimiento de los adultos, es decir, el alimento vegetal que fue se suplementó con una dieta a base de la fórmula de Smith.

Este trabajo también aporta algunos datos geográficos importantes sobre el género, por ejemplo que se encuentra abundantemente en la Mesa Central de México y que según la Biología Centrali-Americana su distribución comprende el centro y sur de México. Así mismo cita, que Márquez lo ha colectado en el Distrito Federal y en los Estados de Jalisco, Hidalgo, Morelos, Puebla, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Siendo el Estado de Jalisco la entidad más norteña en donde se ha colectado y que frecuentemente se le observa en gran cantidad durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, en los cultivos de maíz y en las plantas silvestres como el girasol, tepozán y otras de los terrenos circundantes.

Por último, éste trabajo describe algunas características morfológicas del género en estado adulto.

Ramos, (1977) analizó el valor nutritivo de seis especies de insectos comestibles de México, los cuales son ingeridos por un gran número de personas, haciendo énfasis en la cantidad de proteínas, así como en la calidad de aminoácidos que las integran.

Dentro de las especies que se investigaron, se encuentran ninfas de *Sphenarium hirtio* Gerst. colectadas en Ocotlán, Oaxaca. Reportando que el contenido de proteínas es de hasta 62 g/100 g de producto seco cuya calidad de aminoácidos posee valores más altos que el patrón dado por la F.A.O..

También se menciona el estado de desarrollo en que se consumen y el lugar de consumo.

Ramos (1982) Presentó en el simposio "La alimentación del futuro" la alternativa de incluir insectos en la alimentación humana, en este trabajo se registran 101 especies de insectos comestibles, entre ellos *Sphenarium histrio* Gerst. además se dan algunos valores sobre su contenido protéico, por ejemplo para los chapulines el valor oscila entre 52.13 % y 75.3 %.

Ramos (1987) en su libro "Los insectos como fuente de proteína en el futuro", menciona nuevamente que la alternativa para combatir el hambre, son los insectos. También nos indica una serie de aspectos que debemos considerar para llevar a cabo un proyecto de investigación relativo a esta línea de investigación, así mismo reporta, dentro del orden Orthoptera a la familia Acrididae con 20 especies en los cuales se incluye a *Sphenarium histrio* Gerst. que se consumen en los Estados de Guerrero y Oaxaca en los estadios de ninfa y adulto.

Por otro lado presenta datos acerca del valor nutritivo, correspondiendo para esta especie un contenido de proteína de 62.93% grs./100g en base seca. También se dan los porcentajes de digestibilidad de la materia seca y de la digestibilidad

protéica aproximada, siendo de 53.89 y de 85.63 % respectivamente.

2.3 CONSIDERACIONES SOBRE LA BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Gutiérrez (1980) explica en su artículo "La biotecnología en marcha" que ésta junto con la bioingeniería se generaron con un propósito común; el manejo y control de procesos biológicos. También menciona que la biotecnología siempre ha tenido como línea de investigación básica la producción de proteínas, esto con el fin de obtener productos de consumo primario.

Gálvez (1984) menciona que el uso de fuentes no convencionales de proteínas se enfrenta a problemas de aceptación por parte del consumidor, así como de comercialización puesto que sus procedimientos de obtención son nuevos y algunas veces más caros.

Otra cuestión importante que refiere, es el hecho de que aunque el valor nutritivo de la proteína obtenida de estas fuentes no convencionales sea excelente, ésta no es la única cualidad necesaria para que sea aceptada, ya que sus características

funcionales son muy importantes para cualquier ser humano: sabor, color, textura, palatividad, etc.

M. de Chávez (1992) y Leal (1995) Coinciden en decir que mientras la población mundial se multiplica, las áreas destinadas a la producción de alimentos se reducen. La necesidad de promover una adecuada alimentación para la mayoría de la población mundial obliga a explorar nuevos medios para lograrla. Sin embargo, surgen posibilidades para incrementar la producción de alimentos. O bien incluir alimentos que ahora no se consumen y de los que la naturaleza dispone en magnitud considerable.

Cherry (1993) Evidencia que la producción mundial de proteínas debe aumentar y bajo este aspecto echar mano de las posibilidades que ofrece la moderna tecnología alimenticia, para un mejor aprovechamiento de las "nuevas" fuentes de proteínas.

Podemos cotejar que el uso de los insectos como alimento data desde los inicios del hombre, y que éste mismo los ha consumido directamente, tanto vivos ó muertos, ó bien mezclados con algún otro alimento; existiendo una RÚSTICA TECNOLOGIA en el tratamiento de los insectos.

Kuschick (1996) Menciona que en la Meca cuando escaseaban los alimentos, pulverizaban langostas en sus molinos de mano o de piedra para fabricar una especie de harina, que humedecida con agua elaboraban una especie de masa, la cual era hecha torta cocida a fuego directamente o hervida para después guisarla en manteca. Al sur de Africa no solo consumen langostas, sino también saltamontes del género *Tapesis sp.*, los cuales son acompañados con maíz como golosina frita. Mientras que en Inglaterra muchos de sus habitantes consumen el queso que contiene "gusanos saltadores" *Phióphla casei*. L., del orden Díptera.

Chen (1984) y Flores (1989) citan a Clavijero 1826 el cual cuenta que al axayacatl, los mexicas los amasaban y con la pasta hacían panes que ponían a cocer en agua de nitro, en hojas de maíz. Actualmente, los huevecillos ya secos los colocan en bolsas y los venden por peso y los usan para hacer panes.

Arana (1991) Procede a preguntarse si los insectos, además de ser nutritivos y saludables, tienen las características apropiadas en cuanto a gusto, aroma, consistencia y apariencia.

Martha (1988) Cuenta que los europeos y sus descendientes son el mayor

grupo humano que no parece disfrutar del sabor de los insectos. Parecen ser que los prejuicios dificultan entender como los griegos y romanos, ambos de amplia influencia en las culturas europeas, consumieron una gran variedad de insectos e incluso llegaron a criar algunos de ellos para emplearlos en especialidades gastronómicas.

De la Fuente (1993) Hace mención que en la investigación de un nuevo alimento es importante respetar las costumbres tradicionales de alimentación y de esta manera las necesidades dietéticas de la población, como por ejemplo en la formulación para el tamal de ahuate , el cual consiste en :

Harina de maíz	1,000 gr.	34.76%
Manteca de cerdo	500 gr.	17.38%
Calabaza de castilla	250 gr.	8.69%
Chile morita	11 gr.	0.38%
Chile ancho	53 gr.	1.84%
Ahuahutle	50 gr.	1.73%
Clavo	0.6 gr.	0.02%

Ajo	16	gr.	0.55%
Cebolla	25	gr.	0.86%
Pimienta negra	0.9	gr.	0.03%
Sal	6	gr.	0.20%
Agua	450	gr.	15.64%
Hoja santa	14	gr.	0.48%
Hoja de plátano	500	gr.	17.38%

Muñoz (1986) comenta que en la elaboración de un embutido con adición de mosco como fuente natural de proteína, que por sus atributos disfrazan sus características sensoriales. Asimismo, es considerado un alimento frecuentemente consumido por la población en general.

Bourges (1984) destaca la importancia de la investigación en la tecnología de alimentos y comenta que esta es insuficiente. Ya que solo llama la atención de un pequeño grupo de investigadores, instituciones y recursos.

Así también menciona que la tecnología de alimentos es una base para la solución de algunos problemas sociales y nutricionales en el país.

González (1984) elabora una clasificación de alimentos de acuerdo a los siguientes juicios:

Alimentos "A". considerados como básicos: aunque su costo es alto su consumo racional contribuye a lograr un estado nutricional adecuado.

Alimentos "B". considerados los alimentos que pudieran ser básicos: pero que al estar sujetos a cualquier proceso de industrialización su costo aumenta considerablemente y su calidad nutricional no justifica el precio.

Alimentos "C". dentro de este grupo están considerados todos los alimentos "chatarra", cuyo valor nutritivo, no acredita el costo tan alto.

Gálvez (1984) describe las diversas tecnologías que se emplean para aprovechar la proteína de origen animal como son: Los concentrados que se

obtienen al comprimir y secar la carne. En algunos casos se extrae la grasa con solventes para disminuir las posibilidades de enranciamiento.

Los aislados que presentan la forma más pura de proteína, el proceso consiste en solubilizar y precipitar consecutivamente el material proteínico a fin de separarlo de otros componentes indeseables en el producto final.

Sin embargo, comenta el autor, los aislados y los concentrados no presentan propiedades funcionales muy útiles para su aplicación. Pues tienen sabor y olor característicos del producto original y su solubilidad es extremadamente baja.

Menciona también, que la hidrólisis enzimática es otro método que permite purificar y obtener proteína con una excelente solubilidad, olor y sabor, lo cual ayuda a que el producto sea fácilmente incorporado a los alimentos comunes de la dieta de la comunidad sin modificar las características sensoriales del producto base.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

- Conocer el tiempo de desarrollo de *Sphenarium histrio* Gerst. en condiciones silvestres.
- Conocer el tiempo de desarrollo de *Sphenarium histrio* Gerst. en condiciones de laboratorio.
- Realizar el calculo comparativo de la potencialidad de un criadero de *Sphenarium histrio* Gerst. en condiciones de laboratorio y la de otro en condiciones silvestres.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer algunos aspectos sobre la biología y comportamiento de *Sphenarium histrio* Gerst. tanto en laboratorio como en el campo.
- Determinar las condiciones ambientales y la dieta adecuada para mantener una colonia de *S. histrio* en el laboratorio.
- Elaborar embutidos alimenticios utilizando como materia prima a la especie *S. histrio*.
- Conocer el valor nutritivo del embutido de *S. histrio* tanto de la especie cultivada como del campo.
- Realizar la evaluación sobre la aceptación del producto por el consumidor.

4. METODOLOGIA

Básicamente consistió en tres etapas:

4.1 ETAPA DE CAMPO

La primera etapa fue el trabajo de campo y consistió en determinar la localidad para llevar a cabo los muestreos de ejemplares vivos de *S. histrio* Gerst.

La localidad de muestreo fue San Andrés Tomatlán, Tulyehualco, Distrito Federal ya que los antecedentes registraron la presencia de esta especie.

Para la colecta se utilizó el método de redeo por golpeo y realizando la técnica denominada "coleta dirigida", esto con el fin de obtener la mayor cantidad de organismos de la especie ya que según marquez, 1962 y Herrera,1962, ésta especie se encuentra en estrecha relación con otras formando complejos que en un momento dado dificultan la identificación de los ejemplares.

Los ejemplares colectados se colocaban en bolsas de papel y cajas de cartón,

etiquetadas adecuadamente para su transportación al laboratorio. Así mismo se tomaron datos de interés como son la hora de colecta, la temperatura, tipo de vegetación, y otros factores relevantes.

Por otra parte la localidad es utilizada como testigo para realizar el seguimiento del ciclo de vida en condiciones silvestres. Esto con la finalidad de estudiar más a fondo la biología de la especie en su medio ambiente natural, conociendo de antemano el ciclo de vida pero en condiciones de laboratorio para saber los tiempos estimados de los diferentes estados de desarrollo de la especie para así poder trasladar estos valores al campo y darnos una idea del tiempo en que se deben realizar los muestreos piloto y estimar el tamaño poblacional de la especie, tanto de cada estado de desarrollo como del total de organismos.



BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGIA
UNAM

4.2 ETAPA DE LABORATORIO

La segunda etapa del trabajo se llevó a cabo en el laboratorio, y consistió en dos partes: la primera en identificar los ejemplares obtenidos en el campo y su confirmación taxonómica por medio de claves, descripciones existentes y por especialistas del grupo. Como de ésta parte del trabajo dependió prácticamente todo el desarrollo de la investigación fue conveniente realizar una descripción

morfológica de la especie para determinar su posición taxonómica.

La segunda parte fue la de mantener cuatro colonias de esta especie a diferentes condiciones ambientales y con dietas diferentes, es decir de las muestras del campo se separaron machos y hembras, tratando de tener una proporción sexual 1:1, una vez formadas las parejas se colocaron en jaulas de 45cm.x45cm.x45cm. con piso y armazón de madera y techo y paredes forradas con malla de plástico en cuyo piso se hicieron aberturas circulares para colocar frascos con arena húmeda, esto con el fin de facilitar la oviposición.

Una vez obtenidas las ootecas se formaron cuatro lotes.

Dos lotes y se colocaron en una incubadora con las condiciones de humedad al 60-70%, una temperatura de 29° C y un fotoperíodo de 8 por 16 oscuridad-luz.

Obtenidos los estados ninfales se procedió a seguir el ciclo de vida, para esto se llevó un control de las variables así como de la alimentación y condiciones de cada una de ellas hasta que llegaron al estado adulto.

Para su alimentación se emplearon dos dietas diferentes; una a base de la planta hospedera en este caso girasol, que se colocaban en frascos con agua y la otra a base de girasol pero suplementada con una dieta a base de la fórmula de Smith, que consistió el alfalfa molida (25g.), leche en polvo (25g.), levadura seca (5g.) y huevo en polvo (5g.), añadiendo un poco de agua y preparando una papilla con la

cual se llenaron recipientes y se colocaron dentro de las jaulas.

Los organismos que completaron su desarrollo al estado adulto se colocaron nuevamente en parejas, se observó la cópula y la nueva oviposición, para terminar en ese momento con el tiempo del ciclo de vida.

Con los otros dos lotes se realizaron las mismas actividades, solo que las condiciones de las incubadoras fueron 27°C de temperatura, 60-70% de humedad relativa y un fotoperíodo de 10 horas luz por 14 de oscuridad, con la finalidad de encontrar las condiciones óptimas.

4.3 ETAPA DE PROCESAMIENTO (ELABORACIÓN DE SALCHICHA)

La tercera etapa del trabajo se llevó a cabo en la planta piloto del Departamento de Ingeniería Bioquímica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del I.P.N. y consistió en realizar tecnologías utilizando como materia prima a el chapulín, estas se determinaron una vez que se contaba con suficiente material biológico, es decir tener la cantidad adecuada de individuos de *Sphenarium histrio* Gerst., para esta etapa se consideró la posibilidad de elaborar embutidos tipo salchicha para lo cual

los materiales que se emplearon se pudieron dividir en materias primas y materias auxiliares.

4.3.1 MATERIAS PRIMAS:

Una especie de insecto del orden orthoptera y de la familia Acrididae con nombre científico de *Sphaenerium histrio* (gerk.) , obtenido de los lotes de cultivo masivo que se establecieron para este fin en el laboratorio.

4.3.2 MATERIAS AUXILIARES:

Están constituidas por los siguientes materiales: condimento para jamón, con nombre comercial de Condimento California, fosfatos para embutidos, con nombre comercial de Hamine (Juan Meza, Ph.D.), sal de curado con nombre comercial de Cura Premier, y humo líquido, todos de la marca Stange-Pesa. Otros ingredientes, como sal y azúcar, fueron de uso doméstico.

4.3.3 EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO.

Durante el desarrollo del presente trabajo se emplearon los siguientes:

- a). Fundas sintéticas para salchicha, Stange-Pesa (Carlos Gómez).
- b). Stockinette (malla de algodón para cocer salchichas), Stange-Pesa.
- c) Registrador de temperatura con termopares, Omega.
- d) Mezclador de polvos, Erweka-Apparateban.
- e) Cámara de refrigeración de la planta piloto.
- f) Estufas de incubación, Thelco, modelo 2.
- g) Moldes para jamón, Stange-Pesa.
- h) Horno de laboratorio, Riossa, modelo EC.
- i) Equipo Goldfish para extracción de grasa, Labconco.
- j) Texturómetro Universal, Instron, modelo 1132 (Análisis de Alimentos, Schwann).
- k) Balanza analítica, Mettler, modelo H 10.
- l) Cuenta colonias, Craft.

- m) Equipo Kjeldahl combinado de seis unidades, Labconco.
- n) Mufia de laboratorio, Lindberg.
- o) Espectrofotómetro, Bausch and Lomb, modelo Spectronic 20.
- p) Balanza granataria, Mettler, modelo PL-3000.
- q) Espectrofotómetro de reflectancia, Agtron, modelo m-400.

4.3.4 REACTIVOS.

Los reactivos y medios de cultivo (Usos de Laboratorio, Pérez Meza) empleados fueron de grado analítico de diversas marcas (Merck de México, Productos Químicos Monterrey y Bloxon).

4.3.5 METODOS ANALITICOS.

Análisis bromatológico: para la caracterización de las materias primas y del producto terminado, se utilizaron las técnicas de la literatura (Técnicas de Análisis de Alimentos, González Parra) para la determinación de humedad, cenizas, proteínas y nitritos residuales.

4.3.5.1 COLOR:

Se determinó por medio del espectrofotómetro de reflectancia Agtron, empleando la fuente de luz monocromática de color rojo, y los discos 30 y 44 para ajustar a 0% y 100% de reflectancia, respectivamente.

4.3.5.2 TEXTURA:

Se midió empleando un Texturómetro Universal (Todo sobre Textura, Liu-Ching) con una celda de carga de 500 kg y, como aditamentos, una celda de corte-

compresión de Kramer (Cat. No. 2830-018), bajo las siguientes condiciones: velocidad de la carta, 2.5 cm/min; velocidad de cabezal, 2.5 cm/min y una muestra de 4.5 x 4.5 x 0.5 cm; para la prueba de compresión se utilizó un émbolo o yunque de compresión (compression anvil) de 10 centímetros cuadrados (Cat. No. 2830-011) con una muestra de forma cúbica de 2 cm por lado, en iguales condiciones de velocidad, la muestra se comprimió hasta el 75% de su altura.

4.3.6 ANALISIS MICROBIOLÓGICO:

Las siguientes determinaciones se realizaron en muestras representativas del producto:

a) Cuenta de bacterias mesófilas aerobias en placa de Agar Triptona Extracto de Levadura, incubadas 72 horas a 35°C.

b) Cuenta de microorganismos coliformes en placas de Agar Bili-Rojo Violeta, incubadas 48 horas a 35°C (Métodos Microbiológicos, Cortés López).

4.3.7 EVALUACION SENSORIAL:

Esta se realizó en dos etapas, la primera a nivel consumidor para determinar el sabor del producto y la segunda, también a nivel consumidor, para definir el nivel de agrado del producto, empleando una escala hedónica de siete puntos. Como se detalla en el punto 4.3.19. El análisis estadístico de los datos así obtenidos se realizó empleando la prueba de la t de Student (Anál. Alimentos, Schwann) en el análisis de varianza.

4.3.8 EFECTO DEL TIPO DE GRASA, PROPORCION Y FORMA DE ADICIONARLA EN LA APARIENCIA DEL PRODUCTO TERMINADO.

La presencia de grasa de cerdo también fue motivo de atención, para lo cual se realizaron diversos ensayos, con objeto de definir la forma en que se adicionaría ésta. La proporción de grasa que es posible adicionar está en función del producto que se desea obtener y de su papel en el mismo; en este caso, enmascarar un poco el sabor a vegetal quemado y mejorar la palatabilidad del producto.

En las pruebas se adicionó la grasa en una proporción del 5% y 10% (C.

Gómez), con respecto a la cantidad de materia total de chapulín, presentándose las siguientes opciones:

- a. producto de chapulín en forma de cubos o rectángulos.
- b. Producto de chapulín molido.
- c. Producto de chapulín molido con un poco de savila.
- d. Unto.
- e. Carne de cerdo grasosa.

4.3.9 SELECCION DE LA ESPECIE DE CHAPULIN.

Inicialmente, se consideró a la especie de *Sphaenarlum* obtenida del cultivo en laboratorio. Pero posteriormente se trabajó también con la especie silvestre obtenida del campo por considerar que es más fácil de obtener en ciertas épocas del año y que representativamente es más económica ya que solo implica el coleccionarla y transportarla.

Con estas especies se realizaron pruebas que pretendían la apreciación por parte de los experimentadores de aspectos varios, entre ellos: color desarrollado por

el curado, textura y sabor. Por lo tanto, se elaboraron productos que comprendían a las especies anteriores en las proporciones adecuadas.

4.3.10 ADICION DE SAL Y AZUCAR.

Las pruebas anteriores indicaban un ligero sabor salado, el cual puede ser mitigado por la presencia de azúcar (C. Gómez) y la disminución de la proporción de sal adicionada. Por lo tanto, sobre la formulación base considerada y empleando nuevamente a la especie de chapulín *Sphaenarium*, se elaboraron productos con variaciones.

4.3.11 SELECCION DE TIPO DE CONDIMENTO.

El sabor de los embutidos, productos curados y, en este caso, de la salchicha, está definido por el tipo de especie de *Sphaenarium* que se emplea, es

decir del alimento administrado a ambas especies (silvestre y cultivada), pero puede, en buena medida, ser modificado por las materias auxiliares que se emplean en la formulación y, concretamente, por los condimentos. La condimentación puede efectuarse adicionando en forma individual las diversas especias o en formulaciones de mezclas comerciales definidas para estos productos. Ante el problema de manejo de materiales que se presenta en la primera opción, prácticamente se prefirió el empleo de la mezcla comercial, que es más uniforme (U. Lab., Pérez M.).

Siguiendo las indicaciones del proveedor para el uso de condimentos, se empleó el condimento para embutido "J-5001" y el "J-5513" en una proporción del 1.5% con respecto a la cantidad de carne total, siendo el J-5513 de mayor precio.

La adición del condimento está limitada por la impartición de sabor que confiere para un determinado producto, lo que permite adicionarlo en mayor o menor cantidad, hasta cierto límite (J. Meza, Ph.D.), por que la base de estas mezclas es azúcar, y cuando se adiciona en altas concentraciones puede impartir un sabor dulce.

4.3.12 DEFINICION DEL TIEMPO DE MASAJE.

Conociendo las características de apariencia del producto en desarrollo y el proceso de elaboración tradicional de salchicha, se consideró que era necesario someter a un proceso de masaje el cuerpo del chapulín, para lograr una mejor consistencia del producto durante el corte, así como una apariencia semejante a la salchicha comercial. Por lo tanto, se elaboraron diferentes lotes de producto de chapulín, con la formulación definida con anterioridad, pero, para mejorar la apariencia, se cortaron en trozos y se procedió al masaje, empleando un mezclador de polvos de forma cúbica a velocidad de 24 rpm, manteniendo éste en una cámara de refrigeración, a temperatura de 5-8°C, con lo que el producto se mantuvo a una temperatura de 8-10°C (Gómez).

Se condujeron diferentes ensayos, variando tanto el tiempo de trabajo como el de descanso, en un intervalo de 15-30 minutos para ambos, de tal manera que se sometió el producto a un trabajo efectivo de 1, 3, 4, 5 y 6 horas, para obtener de manera paulatina una mejor unión entre los trozos de chapulín. (J. Meza, Ph.D.).

El proceso de masaje se debe realizar hasta que se obtenga una consistencia adecuada y característica de una pasta propia para la elaboración de este tipo de

productos.

4.3.13 DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA NECESARIA.

Durante el proceso de masaje, para lograr una adecuada difusión de los materiales para el curado, así como una adecuada consistencia del chapulín, fue necesaria la adición de pequeños volúmenes de agua (T. Anál. Allm., González P.).

La adición de agua en realidad cumple varias funciones; además de servir como vehículo para la disolución de los ingredientes, también contribuye a compensar la pérdida de agua sufrida durante el cocimiento del producto, debido principalmente a la presión ejercida por el moldeo, lográndose que el producto no resulte seco o falto de jugo.

Se ensayó la elaboración del producto con la adición de agua en diferentes proporciones: 0, 10 y 15%, con respecto a la cantidad total de chapulín.

4.3.14 DETERMINACION DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE COCIMIENTO.

Para definir el tiempo y temperatura de cocimiento del producto se determinaron las curvas de penetración de calor. Para esto, se emplearon pequeños moldes para jamón, con capacidad de .250 kg, a los cuales se les acondicionó un termopar de cobre-constantán, colocado en la parte media, que representa el punto frío del producto, de acuerdo al área de mayor grosor. La cocción se realizó en recipientes con agua a una temperatura constante, y se ensayaron las temperaturas de 81, 85 y 90°C.

4.3.15 SELECCION DEL EMPAQUE PARA COCIMIENTO Y SU EFECTO EN LA PERDIDA DE PESO.

En virtud de que durante el tratamiento térmico se desnaturalizan las proteínas y con ello la llamada "agua libre", que constituye aproximadamente el 80% del contenido de agua total del músculo, tiende a drenar fuera de éste, debido a la presión a que se encuentra sometido el producto por el moldeo. El cocimiento de la pasta chapulin para obtener la salchicha puede realizarse de las siguientes maneras (C. Gómez):

- a. Empleando solamente el molde.
- b. Empleando stockinette.
- c. Empleando una cubierta de plástico.
- d. empleando stockinette y una cubierta de plástico.

En este caso, debido a la necesidad de masaje manual de la pasta antes del prensado, con la finalidad de eliminar las burbujas de aire que puedan quedar, se probaron las siguientes opciones: stockinette, cubierta de plástico y stockinette con cubierta de plástico.

Con esto quedó definido el proceso de elaboración del producto.

4.3.16 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SAL EN LA TEXTURA.

Para la determinación de la textura, en dos ocasiones (prueba I y prueba II) se elaboraron tres productos, variando la concentración de sal, de la siguiente manera: salchicha sin sal (salchicha c-00), salchicha con 1.5% (salchicha c-33) y salchicha 3.0% (salchicha c-66). El c-00 sirvió como referencia y los restantes representaron la concentración posible de uso de la sal según el sabor impartido. La concentración de las demás materias auxiliares fueron de acuerdo a la

formulación definida hasta el punto 10 de este capítulo (U. Lab., Pérez M.).

Con la finalidad de tener una medida de comparación, de igual forma se midió la textura en tres salchichas comerciales (salchicha F, salchicha SR y salchicha T) de diferente precio.

4.3.17 EFECTO DE LA CONCENTRACION DE FOSFATOS EN LA TEXTURA.

Otro factor que se consideró que afecta la textura fue la concentración de fosfatos, por lo tanto, de manera similar al estudio del efecto de concentración de sal, en este caso se elaboraron en dos ocasiones (prueba I y prueba II) tres productos, uno sin fosfatos, de referencia (c-0), uno con 0.3% (c-3) y otro con 0.6% (c-6).

4.3.18 ANALISIS MICROBIOLÓGICO.

En este caso, durante el almacenamiento se consideró la calidad sanitaria, para lo cual se condujeron, por duplicado en dos ocasiones los siguientes análisis

microbiológicos (Mét. Microb., Cortés L.):

1.- Cuenta total a los 20 días de almacenamiento en refrigeración.

2.- Cuenta de organismos coliformes, a los 20 días de almacenamiento en refrigeración.

4.16 EVALUACION SENSORIAL.

Se realizaron las siguientes pruebas:

1.- Efecto de la presencia de carne de cerdo en el sabor a chapulin.

Para esto se elaboraron dos productos, uno con 100% de chapulin y el otro con 80% de chapulin y 20% de carne de cerdo con grasa, tomándose como referencia una salchicha de cerdo comercial.

La prueba se realizó una vez, con 12 semi-entrenadas, las cuales declararon consumir salchicha.

Se empleó el formato que se muestra en la (TABLA No. III).

2.- Nivel de agrado.

Para culminar con la evaluación de la calidad, se condujo una prueba a nivel consumidor, aplicando el método denominado preferencial del consumidor, descrito por Kramer y Twigg en 1966, para el cual se utilizaron dos grupos de 50 personas escogidas al azar de entre el sector estudiantil de la ENCB-IPN y empleando una escala hedónica de siete puntos, que permitió conocer el nivel de agrado del producto. Para esto se elaboró un producto con 100% de chapulin , otro con de carne de cerdo (salchicha comercial marca FUD) y otra con salchicha comercial y extracto de sábila el cual nos sirvió de testigo para reconocer la veracidad de las encuestas, es decir, si algún evaluador respondía que la salchicha testigo era de su agrado , la encuesta se eliminaba automáticamente. La prueba se realizó una vez empleándose el formato de la **(TABLA No. VI)**.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En condiciones silvestres se observó que las primeras ninfas de ésta especie se encuentran en los meses de abril y mayo, existiendo los adultos en dos temporadas al año principalmente en los meses de julio y agosto así como en octubre y noviembre. Así también se observó que el tiempo de desarrollo que presenta esta especie fue de 105 días (TABLA No. I)

La identificación del organismo a nivel de familia se llevó a cabo gracias a claves taxonómicas obtenidas de Borror and DeLong (1981) y para la identificación a género y especie se utilizaron claves y descripciones realizados por Marquez (1962), el cual estudio a las especies del género *Sphenarium* con base a sus genitalias, lo importante de esta determinación fue que algunos de los ejemplares identificados pertenecían a la especie *S. purpurancens*, lo que indica que estas especies forman de alguna manera un complejo genérico que puede provocar cierta confusión

en el manejo de estos organismos en esta localidad, aunque sería muy remota ya que ambas especies son distintas morfológicamente.

Sobrevivencia y oviposición de los adultos obtenidos del campo y mantenidos en jaulas.

El 20 de julio de 1991 se colectaron en el campo 1500 ninfas de chapulines, que se instalaron en una jaula (ya descrita con anterioridad) en un cuarto con condiciones ambientales controladas como fueron fotoperíodo de 8 por 16 horas luz/obscuridad, humedad relativa de 60-70% y temperatura de 29o C (+-1) . El 25% de los individuos murieron durante las 24 horas siguientes, 20% más en el segundo día y otro 17% en le cuarto y quinto días. Después de esta pérdida, la mortalidad siguió a un ritmo más lento hasta que la población desapareció en febrero de 1992. Esto se explica, ya que las primeras ninfas de estos "chapulines" se les encuentra bajo condiciones naturales entre los meses de febrero y marzo, abundando los adultos entre los meses de julio y agosto y noviembre y diciembre.

Esta especie presentó cinco estadios de desarrollo y un estado adulto, resultando que es tiempo en que duro su ciclo de vida fue de 252 días. (TABLA No. II)

Con respecto a la cópula se observó más frecuentemente por las tardes en los adultos del campo indistintamente en los del laboratorio, siendo ésta observada a los 8 días después de que las ninfas llegaron al estado adulto. La oviposición se llevó a cabo de cuatro a cinco días después de la cópula. El nacimiento de las ninfas ocurrió en el laboratorio entre los meses de enero y febrero naciendo la mayoría de las ninfas en el mes de marzo. La mortalidad más alta se presentó en las ninfas de

primer estadio y ésta decrece conforme se acercan al estado adulto.

Es importante mencionar que en el caso de los otros lotes de chapulines colocados en otras condiciones ambientales, estos no tuvieron mucho éxito, en primer lugar debido a que por se organismos univoltinos presentan una diapausa de hasta cinco meses prolongandose ésta si las condiciones no son las adecuadas.

y en segundo lugar a que los huevos y ninfas presentan una alta mortalidad tal vez a la interrupción de la diapausa en condiciones extremas principalmente al fotoperíodo y al calor, como se demostró en los experimentos llevados a cabo.

La (figura No. 1) muestra la curva de crecimiento de los "chapulines" durante los últimos 4 meses de vida. Los valores indicados son el peso promedio en gramos de una colonia de "chapulines". La velocidad de crecimiento fue lenta durante los primeros meses incrementandose en los últimos, alcanzando un peso promedio de 600 gr. que es suficiente para elaborar el embutido, el crecimiento se mantuvo constante en los meses de octubre, noviembre y diciembre declinando fuertemente en enero y febrero.

La razón de conversión del alimento en peso corporal (fig. No. 1), mostró una tendencia similar a la velocidad de crecimiento, siendo muy buena en los meses de octubre a diciembre y mala durante enero y febrero, desde el punto de vista

económico.

Después de considerar que se tenía el suficiente material biológico para realizar el procesamiento del mismo, se procedió a realizar pruebas "piloto" para determinar el tratamiento (chorizo, jamón, pate, salami o salchicha) que se realizaría, resultando que el embutido tipo salchicha tenía mejores oportunidades de efectuarse ya que en los primeros análisis microbiológicos efectuados este obtuvo solo un 5% de microorganismos indicadores de contaminantes (coliformes) en relación a los otros y en los análisis bromatológicos preliminares se comprobó que la pérdida de proteínas y nutrientes de la salchicha con respecto a los otros tratamientos era menor, además de que el sabor fue semejante al de la salchicha comercial.

Para esta etapa se consideró la técnica para elaboración de jamón modificada para salchicha.

El análisis proximal de las salchichas de cerdo y de chapulín (**TABLA No.IV**) indicó que ambos productos fueron muy similares en su composición. Aunque no se obtuvo el porcentaje de grasa para la salchicha de cerdo, la suma de los parámetros restantes permite estimar que dicho porcentaje es inferior al 5% En la

salchicha de chapulín, la grasa representó un 4.5 %, casi la tercera parte de lo estimado para el producto de cerdo, debido a que la dieta del chapulín no contempla a los lípidos y que el estado de desarrollo utilizado para el embutido es el más bajo en cuanto a cantidad de grasa. Es posible que el empleo de chapulines en estados juveniles permita la elaboración de un producto con mayor concentración de grasa y con menor contenido de humedad y proteínas, decrementando así la jugocidad y el valor nutricional de la salchicha.

El análisis textural de ambos productos (**TABLA No. V**), mostró que la salchicha de cerdo presentó mejores valores que la salchicha de chapulín, sin embargo, los parámetros de resortividad, cohesividad y capacidad de retención de agua, no obtuvieron una diferencia estadística significativa ($\alpha = 0.05$). Mientras que en los parámetros de dureza, gomosidad y masticabilidad, la salchicha de chapulín fue mejor que el de cerdo. Por lo que se puede decir que ambos productos fueron diferentes texturalmente. Sin embargo, esta diferencia textural medida en forma objetiva, no fue detectada al evaluarse subjetivamente los productos por los catadores (**TABLA No. VI**). Aunque la salchicha de cerdo fue calificada ligeramente mejor que la de chapulín, la diferencia no fue estadísticamente significativa ($\alpha = 0.05$).

El análisis microbiológico del producto (**TABLA No. VII**) demostró que el contenido de microorganismos sólo se duplicó durante el proceso de elaboración pasando de 3×10^2 UFC/g al inicio, a 5×10^2 UFC/g en el producto final. No obstante, esta cuenta microbiana se encuentra dentro de las normas para este producto (5×10^2 UFC/g)

La evaluación sensorial de los productos (**TABLA No. VI**) no indicó diferencia estadística significativa ($\alpha = 0.05$), para ninguno de los parámetros calificados, teniendo ambos una aceptación promedio de 6 que en la escala hedónica empleada corresponde a "moderadamente buena", por lo que se puede decir, que la salchicha de chapulín tiene la misma aceptación organoléptica que la salchicha de cerdo, aunque su perfil de sabor es diferente, de acuerdo con lo manifestado por algunos de los evaluadores y corroborado por el autor del trabajo.

Durante la conversión de la materia prima en el producto elaborado, la salchicha de cerdo presentó un rendimiento ligeramente superior (94.2 %), al de chapulín (90.3), esto coincidió con un mayor contenido de humedad (**TABLA No. IV**) y un valor ligeramente superior a la capacidad de retención de agua en el producto de cerdo, lo que debió conferirle una mayor jugosidad (parámetro no evaluable). Estos resultados y las pruebas texturales realizadas, indican que la carne de cerdo mostró propiedades funcionales ligeramente superiores a las que presentó el chapulín.

Si bien las propiedades texturales de la salchicha de cerdo fueron superiores

a las de la salchicha de chapulín, composicionalmente los dos productos fueron similares y la evaluación sensorial indicó que aunque tienen un perfil distinto, la aceptación de ambos es equivalente. Por lo que el chapulín podría ser utilizado para la elaboración de salchicha, con muy buen mercado potencial, no solo entre las personas que gustan de este insecto, sino para todas aquellas que aprecian el sabor de las salchichas convencionales y de aquellas que por razones personales, religiosas, médicas o alérgicas no consumen la carne de cerdo.

Aunque el molido o macerado manual de los chapulines, implicaría un número considerable de obreros, esto puede ser superado por el empleo de molinos, semejantes a los utilizados en los nixtamales.

CONCLUSIONES:

El curso de la historia natural de esta especie fue estudiado principalmente en el campo debido a que se logró crías completas en áreas suficientemente grandes donde se encontraba la planta hospedera (maíz) así como una gran cantidad de maleza que correspondían a el calendario de siembra de esta región.

Las condiciones artificiales óptimas para mantener un cultivo masivo en de laboratorio fueron: 29° C ± 2 DE TEMPERATURA

60 - 70 HR.

8 - 16 hs. LUZ-OBSCURIDAD

La dieta que resultó ser la mejor para alimentar a las ninfas y a los adultos de *Sphenarium* en el cultivo consistió en plantas frescas de girasol.

En condiciones de laboratorio se observó que a mayor densidad poblacional existe una mayor mortalidad de la especie.

La especie de *Sphenarium* en su forma silvestre resultó ser la mejor materia prima para elaborar el embutido tipo salchicha.

Con este trabajo se obtuvo un embutido tipo salchicha a base de "chapulín" el cual resultó semejante en textura y en apariencia al comercial de cerdo.

La salchicha presenta un 65 % de proteína total, así mismo contiene treonina y metionina que son dos de los aminoácidos esenciales por el hombre.

La salchicha obtenida tiene un tiempo de anaquel de tres meses.

En las pruebas organolépticas este embutido presentó un alto grado de aceptación.

Debido al amplio mercado que presentan, los "chapulines" pueden comercializarse directamente o en forma procesada, por lo que el establecimiento de su cultivo resulta ser prometedor.

Los resultados no mostrados en el presente trabajo, indican que también pueden emplearse los "chapulines" para elaborar chorizo y pate, con muy buenos atributos sensoriales.

La industrialización de este insecto, es factible y de gran potencial económico.



**BIBLIOTECA
INSTITUTO DE ECOLOGÍA
UNAM**

BIBLIOGRAFIA

AOAC. 1980. Official Methods of Analysis. 13th ed. Association of Analytical Chemist. Washington. D.C.

Ancona, L.H. 1931. Los chilocules o gusanitos de la sal de Oaxaca. Anales Ins. Biol. UNAM, México. 11: 265-277.

Ancona, L. H. 1932. Los jumiles de Taxco. Anales Ins. Biol. UNAM, México. IV: 134-140.

Arana, F. 1991. Comer insectos. Ed. Planeta. 1° Ed. México. 99 pp.

Atkins, M. D. 1978. Insects in perspective. Macmillan Publishing Co. Inc. New York. EUA. 307-311 pp.

Bourges, R.H. 1984. La tecnología de alimentos, base para la solución de problemas sociales en el país. Información Científica y Tecnológica, CONACyT, México. 6(95): 43-45.

Bourges, R.H. 1985. Los problemas de la carne: otras opciones. Información Científica y Tecnológica, CONACyT, México. 7(103): 8-9.

Bourges, R.H. 1988. El escandalo de la nutrición. (INN) Información Científica

y Tecnológica. CONACyT. México. 10(144): 37-40.

Borror, J. D., D. M. De Long y Ch. A. Triplehorn. 1987. An Introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. Fifth ed. Columbus, Ohio. EUA. 740 pp.

Burton, M. y Robert B. 1979. Enciclopedia de la vida animal. Bruguera, México. 1a. Ed. Vol. XVI, 2392-2396 pp.

Calva, J. L. 1988. Crísis agrícola y alimentaria en México. Información Científica y Tecnológica. CONACyT. México. 10(144): 53-57.

Coronado, R. y A. Márquez. 1984. Introducción a la Entomología. Ed. Limusa. México. 52 pp.

Cheftel, J. C., J. L., Cuq y D. Lorlent. 1989. Proteínas alimentarias Bioquímica, propiedades funcionales, valor nutritivo, modificaciones químicas. Ed. Acríbla. 277-279 pp.

Chen, E. N. P. 1984. Estudio de la Biología y cría artificial del gusano blanco del maquey. Tesis Profesional. ENEP-IZTACALA. UNAM. México. 3-17 pp.

Cherry, R. 1993. Use of insects by Australian Aborigines. American Entomologist. 32: 8-13.

De la Fuente, A. 1993. Insectos: Desde el suelo y el aire nos alimentan y nos curan. Entrevista con la Dra. Julieta Ramos E. Información Científica y Tecnológica. CONACyT, México, 15(202): 13-16.

F.A.O. 1969. La revolución cultural. Información Científica y Tecnológica. CONACyT, México, 5(78): 29-30.

Flores, R. A. 1989. Contribución al conocimiento de los insectos comestibles de la Delegación Política de Milpa Alta, D. F. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 12-22 pp.

Forrest, J. C., E. D. Aberle, H. B. Hedrick, M. D. Judge y R. A. Markel. 1979. Fundamentos de ciencias de la carne. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 178 pp.

Gálvez M., M. A. 1984. Suplementación de alimentos con Proteínas. Información Científica y Tecnológica. CONACyT, México, 6(95): 30-32.

García, C. M. T. 1991. Posible utilización del Ahuahutle (Corixidae, Corisella, Notonectidae y Krizousacorixa) en la preparación de un producto nutritivo. Tesis Profesional, Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud-IPN. México. 54 pp.

González, E. E. 1984. La alimentación de los marginados. Información Científica y Tecnológica. CONACyT, México, 7(104): 9-12.

Grassé, P.P. 1982. Manual de Zoología (Invertebrados). Tomo I. Ed. Toray-Masson. 1a ed. Barcelona, España. 132-145 pp.

Grimaldo, R.,M. de L. Suárez, G. Massieu y R.O. Cravioto. 1975. Contenido en cistina y Tirosina de algunos alimentos mexicanos. Anales Inst. Biol. UNAM. México. 28: 1-10.

Gutiérrez, E. 1980. La biotecnología en marcha. Información Científica y Tecnológica. CONACyT. México. 10(144): 49-52.

Herrera, M. T. 1971. Ensayo de cría y de datos biológicos en el laboratorio de *Sphenarium purpurascens* (Charp.) Orthoptera. Acridoidea. Pyrgomorphidae. Tesis de Licenciatura. E.N.C.B.-IPN. México.

Imms, A.D. 1925. A general Textbook of Entomology. Mathuen & Co. Ltd. London. 695 pp.

Islas, H. J. J. 1991. Experimentación y aplicación de una Tecnología en la elaboración de un embutido adicionado con un alimento no convencional (Axayacatl). Tesis Profesional Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud-IPN. México. 44 pp.

Iturriaga, N. J. 1993. Comida Indígena de Oaxaca. Revista Arqueología Mexicana. México. 1(3): 57-59.

Kramer, A. y B. A. Twingg. 1966. Fundamentals of Quality Control for the food industry. Taste testing. The AVI Publishing Company. Inc. Westport. Co. pp 120-153.

Kuschick, M. 1996. La producción de alimentos en el Mundo Actual. Agrobusiness. México. 3(042): 2.

Lawrie. R.A. 1977. Ciencia de la carne. Editorial Acribla, Zaragoza, España. 34 pp.

Leal A. J. M. 1995. Por los Caminos del Sur. Redescubriendo el Estado de Guerrero. UNAM-Universidad Americana de Acapulco. 1º Edición. México. 139-143 pp.

Lever, Carlos A. 1984. La alimentación del Mexicano a través de su historia. Información Científica y Tecnológica. CONACyT. México. 6(95): 19-21.

Leyva, J. A. 1984. La alimentación en México: Un problema por resolver. Entrevista con el Dr. Rodolfo Quintero. Información Científica y Tecnológica. CONACyT. México. 6(95): 46-47.

M. De Chávez M., Hernández M. y Roldan J. A. 1992. Tablas de uso práctico del Valor Nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México. Comisión Nacional de Alimentación-Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. México. 2º Edición. 35 pp.

Márquez, C. 1962. Estudio de las especies del género Sphenarium, basado en sus genitallas (Acrididae, Orthoptera) con la descripción de una especie nueva. Anales Inst. Biol. UNAM México. 39(1): 107-112.

Martínez, J. N. A. 1987. Evaluación de la calidad proteínica de tres insectos comestibles de México: Lometopum apiculatum M. (Hymenoptera-formicidae), Apis mellifera L. (Hymenoptera-apidae) y Sphenarium spp. (Orthoptera-acrididae) por métodos biológicos. Tesis Profesional. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México. 4-10 pp.

Melo, V. 1996. Insectos, alternativa nutricional para los mexicanos que habitan zonas rurales. Domingo 14 de abril. Excelsior. 2º parte sección A #28, 758. México. Pag. 17-A.

Metcalf, C. L. y Flint, W. P. 1977. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. Compañía Editorial Continental. 4º Edición. México. 68-85 pp.

Muñoz, J. L..L. 1986. Detección de minerales por espectrofotometría de Absorción Atómica en algunos insectos comestibles de la República Mexicana. Tesis Profesional. E.N.E.P.-Iztacala. UNAM. México. 3-15 pp.

Quintanar G. A. 1988. La alimentación de los Aztecas. I Conferencia Internacional de los Alimentos. Instituto de Investigaciones para la Industria

alimentaria. La Habana, Cuba. Memorias. 74-76 pp.

Quintanar G. A. 1988. La alimentación de los Aztecas. Una posible recuperación de alimentos que se consumen en el territorio mexicano. Memorias del VII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica. México. T: 002: 85 pp.

Quintanar, G. A. 1990. Posible utilización de los insectos como fuente de alimentación humana. II Conferencia Internacional sobre Ciencia y tecnología de los Alimentos. La Habana, Cuba. Resúmenes. 74-75 pp.

Quintanar, G. A. 1991. La alimentación en el México Prehispánico. Segunda parte. Boletín Informativo del Departamento de Ingeniería Bioquímica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN, México. 2(6): 13-20.

Ramos, E. J. 1982. Los insectos como fuente de proteína en el futuro. Editorial Limusa. México. 99 pp.

Ramos, E. J. y Bourges R. H. 1977. Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo. Anales Inst. Biol. Series Zoología. UNAM. México. 48(1): 165-186.

Ramos, E.J., M.J. Pino, O. González. 1981. Digestibilidad in vitro de algunos insectos comestibles en México. Fol. Ent. Mex. México. 49: 141-154.

Ramos Elorduy, J. 1982. Los insectos comestibles en México, Presente y

Futuro. Revista Tecnológica de Alimentos, México, 17(6): 19-22.

Ramos Elorduy J. 1987. Los insectos como fuente de proteínas en el futuro. Ed. Limusa, 2a ed. México. 144 pp.

Ramos, E.J., M.J. Pino, C. Márquez, F. Rincón, M. Alvarado, E. Escamilla y H. Bourges. 1984. Protein Content of some edible insect in México. Journal Ethnobiology 4(1): 6-72.

Ramos, E. J. y Pino, M. J. M. 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo. Estudio Etnoentomológico. AGT Editor. 1º Edición, México. 108 pp.

Ramos, E. J. 1993. Suculentos insectos. Un recurso natural renovable. Información Científica y Tecnológica. CONACYT. México, 15(202): 16-18.

Scheffler, W. C. 1981. Biostatística. Fondo educativo interamericano, S. A. México, D.F., 112 pp.

Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1983. Técnicas para el análisis microbiológico y fisicoquímico de productos carnicos.

Serrano, G. y J. Ramos-Elorduy. 1989. Biología de ***Sphenarium purpurancens*** Carpentier y algunos aspectos de su comportamiento (Orthoptera: Acrididae). Anales Ins. Biol. UNAM. México. 59(2): 139-290.

Shults, G. W., D. R. Russell y E. Wierbicki. 1972. Effect of condensed

phosphates on pH, swelling and water-holding capacity, of beef, Journal of Food Science. 37:860.

Shults, G. W. y E. Wierbicki. 1973. Effect of sodium chloride and condensed phosphates on the water-holding capacity, pH and swelling of chicken muscle. Journal of Food Science. 38:991.

Thoman, R. K. 1989. Los alimentos algo más que comida. Ed Idea. México. 32 pp.

Torre, M. de la. 1985. La Utilización de los recursos celulósicos en la alimentación animal. Memorias de Seminario CINVESTAV. México.

ANEXO

ESTADO DE DESARROLLO	MEDIA EN DIAS
ESTADO NINFAL (TOTAL DE LOS 5 ESTADIOS)	60
ESTADO ADULTO	45
TOTAL DEL CICLO DE VIDA	105

**TABLA No. I CICLO DE VIDA DE SPHENARIUM HISTRIO EN CONDICIONES DE
LABORATORIO.**

ESTADO DE DESARROLLO	MEDIA EN DIAS
PRIMER ESTADIO	15.53
SEGUNDO ESTADIO	12,53
TERCER ESTADIO	13.90
CUARTO ESTADIO	21.03
QUINTO ESTADIO	23.53
ESTADO NINFAL (TOTAL)	86.56
ESTADO ADULTO (TOTAL)	86.40
TOTAL DEL CICLO DE VIDA	252.4

TABLA No. II CICLO DE VIDA DE SPHENARIUM HISTRIO EN CONDICIONES DE

LABORATORIO

TABLA No. III ENCUESTA SENSORIAL PARA EVALUACION DE UN NUEVO PRODUCTO.

NOMBRE DEL CATADOR _____

INSTRUCCIONES: Seleccione una sola opción, marcando con una (x) el número correspondiente.

ME GUSTA MUCHO	7
ME GUSTA	6
ME GUSTA POCO	5
NI ME GUSTA, NI ME DISGUSTA	4
ME DISGUSTA POCO	3
ME DISGUSTA	2
ME DISGUSTA MUCHO	1

OBSERVACIONES _____

**TABLA No. IV ANALISIS PROXIMAL DE LAS SALCHICHAS DE CERDO Y
CHAPULIN**

NUTRIENTE	CHAPULIN g/100g base seca	SALCHICHA CHAPULIN g/100g producto	SALCHICHA CERDO g/100g producto
PROTEINAS	6.3	35.4	16.76
HUMEDAD	4.3	73.03	76.55
CENIZA	6.2	3.4	2.55
GRASA	1.3	9.6	36.2

TABLA No. V ANALISIS TEXTURAL DE LAS SALCHICHAS DE CHAPULIN Y DE CERDO.

PARAMETRO	CHAPULIN	CERDO
¹ DUREZA	42.9310	71.2206 ²
¹ RESORTIVILIDAD	0.7631	0.8181
¹ COHESIVIDAD	0.3269	0.4249
¹ GOMOSIDAD	14.2177	30.8361 ²
¹ MASTICABILIDAD	11.1445	24.8361 ²
³ C.R.A.	1.88	1.96

1. Los valores se expresan en Newtons ($N = kg \times 9.81 \text{ N/Kg}$).

2. Diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

3. Capacidad de Retención de Agua (g de agua ligada/g de proteína).

**TABLA No. VI EVALUACION SENSORIAL DE LAS SALCHICHAS DE CHAPULIN Y
DE CERDO**

PARAMETRO	CHAPULIN	CERDO
APARIENCIA	6.29	6.16
SABOR	6.06	6.43
COLOR	6.18	6.13
OLOR	6.18	6.03
TEXTURA	5.90	6.16
PROMEDIO	6.13	6.10

No se presentó diferencia significativa Intermuestral ($\alpha = 0.05$).

TABLA No. VII ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LA SALCHICHA DE CHAPULIN.

MICROORGANISMOS	SALCHICHA DE CHAPULIN
PSICROFILOS (UFC/g)	5 X 10²

Los análisis se realizaron inmediatamente después del proceso.

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

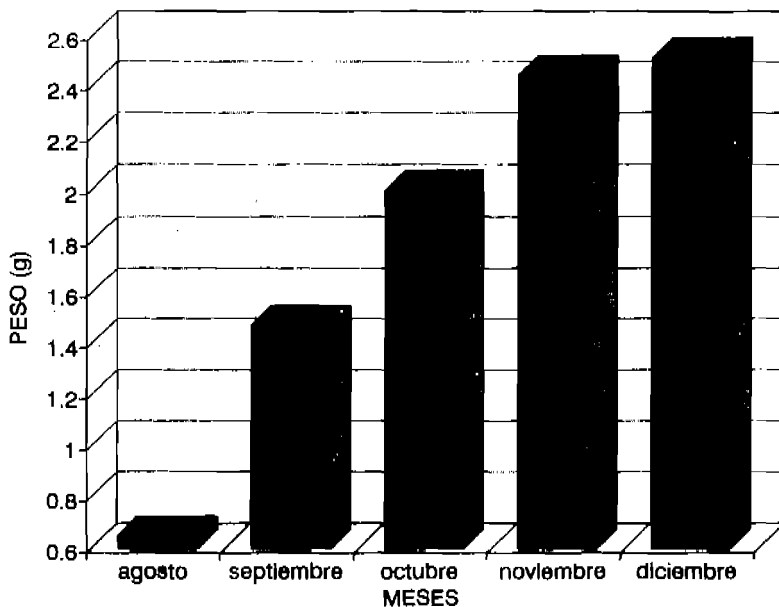


FIGURA No. 1 CURVA DE CRECIMIENTO DEL "CHAPULIN"

Determinada con base en la ganancia de peso mensual. Los valores indicados son el peso promedio de un lote de 10 Individuos. Se señalan además:

1 Gramos promedio de girasol consumidos por los chapulines.

2 Razón de conversión del alimento en peso por animal (alimento consumido/peso de los chapulines)