

59  
21



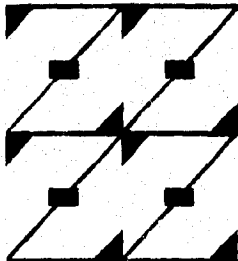
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**CHAPOLI**

**Complemento Alimenticio a partir de  
Orthotera Acridodea Sphenarium purpurancens Ch.  
desechado.**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO**  
**P R E S E N T A :**  
**JUAN MANUEL SANCHEZ SOTO**



**LO HUMANO  
EJE  
DE NUESTRA REFLEXION**

**México, D. F.**

**1996**

**ASESORES**  
**Q. F. B. PATRICIA PARRA CERVANTES**  
**Q. F. B. RAMON SOTO VAZQUEZ**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.

**Este trabajo se realizo en el laboratorio de  
bromatología I-412, en el laboratorio de inmunología  
I-311 y en la planta piloto en la Facultad de Estudios  
Superiores-Zaragoza**

**A mis padres.**

**Juan y Margarita. Los cuales me han enseñado todo lo que puedo lograr en la vida.**

**A mis Hermanos.**

**Julio, José, Oscar y Esmerith. Por que siempre se han encontrado a mi lado, luchado con migó.**

**A mis familiares.**

**Por todo el apoyo que me han brindado en el camino que he recorrido.**

**A mi novia.**

**Ivonne. Por estar siempre a mi lado .**

**A mis maestros.**

**Por todo lo que he aprendido de ellos.**

**Gracias**

**Gracias por la colaboración para realizar este  
trabajo.**

**Q.F.B. Patricia Parra Cervantes. Director de Tesis.**

**Q.F.B. Ramon Soto Vázquez. Asesor de Tesis.**

**Q. Ma. Teresa Mendoza Mata.**

**Q.F.B. Ma. Rocío Breceda Hernández.**

**Q.F.B. Alejandro Flores Galindo.**

**Q.B.P. Dora Alicia Pérez G.**

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
-----------------------------	----------

## **II. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA.**

<b>2.1. Nutrición.....</b>	<b>2</b>
----------------------------	----------

2.1.1. Carbohidratos.....	4
2.1.2. Grasas.....	6
2.1.3. Proteínas.....	6
2.1.4. Vitaminas.....	8
2.1.5. Minerales y trazas de Elementos.....	9

<b>2.2. Insectos Comestibles.....</b>	<b>10</b>
---------------------------------------	-----------

2.2.1. Valor nutritivo de los insectos.....	12
---	----

<b>2.3. Microbiología de los alimentos.....</b>	<b>17</b>
---	-----------

2.3.1. Venenos alimenticios de origen bacteriano.....	18
2.3.2. Infecciones bacterianas.....	19
2.3.3. Infecciones de origen parasitario.....	19

<b>2.4. Conservación de los alimentos.....</b>	<b>20</b>
--	-----------

### **2.5. Especificaciones del producto**

2.5.1. Formula Unitaria.....	23
2.5.2. Polvo de Insecto.....	23
2.5.3. Deslizante.....	24
2.5.4. Conservador.....	24
2.5.5. Cápsulas.....	25
2.5.6. Producto a granel.....	25
2.5.7. Producto terminado.....	26

<b>III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>27</b>
---	-----------

<b>IV. OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
---------------------------	-----------

<b>V. HIPÓTESIS.....</b>	<b>29</b>
--------------------------	-----------

## **VI. MATERIAL Y MÉTODOS.**

<b>6.1. Análisis bromatológicos.....</b>	<b>31</b>
--	-----------

<b>6.2. Análisis Microbiológicos.....</b>	<b>37</b>
---	-----------

### **6.3. Análisis de control**

<b>6.3.1. Deslizante.....</b>	<b>40</b>
-------------------------------	-----------

<b>6.3.2. Conservador.....</b>	<b>44</b>
--------------------------------	-----------

<b>6.3.3. Cápsulas.....</b>	<b>46</b>
-----------------------------	-----------

<b>6.4. Procedimiento y Manufactura de las cápsulas.....</b>	<b>47</b>
--	-----------

<b>VII. RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
-----------------------------	-----------

<b>VIII. ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
--	-----------

**VIII. CONCLUSIONES.....53**

**IX. BIBLIOGRAFÍA.....54**



# I. INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito de la nutrición cada día se trata de desarrollar productos alimenticios que contengan un alto valor nutritivo, que sean mas baratos y se encuentren en grandes cantidades dentro de la naturaleza o que se puedan reproducir fácilmente.

La zoofagia es una vieja alternativa de conseguir alimentos dentro de la naturaleza con un gran valor nutricional, pero en la actualidad solo muy pocas personas consumen este tipo de alimentación, esto por la apariencia y origen de este tipo de alimentos.

Los insectos se encuentran dentro de esta rama de alimentación y éstos solo son consumidos por muy pocas personas, ya que para la mayoría de la gente son de aspecto muy repugnante y por esto el origen de la entomofagia ha sido olvidada y solo se realiza en pequeños lugares del mundo. Dentro de los insectos se encuentra la alternativa de un gran número de especies, dado que estos son capaces de habitar bajo cualquier condición y en un gran número por el tipo de reproducción con el que cuentan.

En el área de la farmacéutica se han desarrollado una gran cantidad de productos como complementos alimenticios que ayudan a matener una buena nutrición, en diferentes formas farmacéuticas como: cápsulas, grageas, jarabes, polvos e inyectables de gran y pequeño volumen. Dada la importancia de la entomofagia se desarrolló un complemento alimenticio a partir de un insecto, *Orthoptera Acrididea Sphanarium purpurancens Ch.* como concentrado proteínico en cápsulas de gelatina dura, con todas las características de calidad de un producto farmacéutico. Con lo que damos una nueva alternativa de alimentación con un producto cuya apariencia no influye en su consumo. Es importante recordar que los insectos son el alimento del futuro.

## **II. FUNDAMENTACIÓN DEL TEMA**

### **2.1. NUTRICIÓN**

La nutrición está definida como el proceso mediante el cual los seres vivos transforman las sustancias del ambiente en sustancias propias (asimilación) y de desecho (desasimilación) (8).

La comprensión científica actual de la nutrición humana es una de las contribuciones más importantes de la bioquímica, ha salvado un número incontable de vidas humanas o mejorado su calidad. Hasta épocas relativamente recientes, la pelagra, el beriberi y el raquitismo, eran endémicos en muchas partes del mundo. En la actualidad estas enfermedades no tienen porque ocurrir ya que se dispone del conocimiento para impedirlos. Pero todavía hoy, con los conocimientos tan desarrollados acerca de la nutrición, más de un octavo de la población mundial se halla subalimentada. Y, paradójicamente, muchos individuos de los países más prósperos están mal alimentados, no por carencia de alimentación sino por consumir exceso de alimentos, sin considerar una dieta balanceada.

La ciencia de la nutrición nos puede indicar cuales son los alimentos más adecuados para la salud. Una dieta incorrecta tiene cierta relación con muchas de las enfermedades muy comunes hoy en día, tales como la obesidad, la anemia, caries dentales, desnutrición, etc. (6)(24). Pero resulta imposible llegar a comprender la relación entre nutrición, salud y enfermedad si no se conocen los principios básicos de los procesos que tienen lugar con los alimentos ingeridos; digestión, absorción, metabolismo y excreción (7).

En los alimentos infieren cinco principales grupos nutritivos que deben figurar en una dieta adecuada (tabla I), cada uno de ellos desempeña un papel importante en el desarrollo corporal; trabajo muscular, mantener la vitalidad y para la renovación del tejido corporal.

También hay que tomar en cuenta que en algunos individuos la obesidad es simplemente la consecuencia del consumo de calorías en exceso con respecto a las necesidades corporales. Este tipo de problema es originado por una mala educación alimenticia, el cual puede ser eliminado con una buena nutrición.

Tabla I. Los cinco principales grupos de elementos nutritivos.

<p><b>Fuentes de Energía</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Carbohidratos.</li> <li>- Grasas.</li> <li>- Proteínas.</li> </ul>	<p><b>Ácidos Grasos Esenciales.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ácido linoléico.</li> <li>◦ ácido linolénico.</li> </ul>
<p><b>Aminoácidos Esenciales</b></p> <p>Arginina Histidina Isoleucina Leucina Lisina Metionina Fenilalanina Treonina Triptófano Valina</p> <p><b>Vitaminas</b></p> <p>Tiamina Riboflavina Nicotinamida Piridoxina Ácido pantoténico Ácido fólico Biotina Vitamina B12 Ácido ascórbico Vitaminas A, D, E y K</p>	<p><b>Elementos Minerales</b></p> <p>Arsénico Calcio Cloro Cobre Cromo Fluor Iodo Hierro Magnesio Níquel Molibdeno Fósforo Potasio Selenio Silicio Sodio Estaño Vanadio Zinc</p>

Los tres principales nutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas experimentan hidrólisis enzimática durante la digestión en el tracto gastrointestinal. La transformación es necesaria para que puedan ser empleados, ya que las células que recubren las paredes intestinales solo son capaces de absorber, para trasladar a la corriente sanguínea, moléculas relativamente pequeñas.

Aunque la digestión comienza en la boca y en el estómago, las fases finales de absorción de todos los componentes principales de los alimentos tienen lugar en el intestino delgado, éste se encuentra bien adaptado anatómicamente a esta función, ya que presenta una superficie muy grande a través de la cual puede realizar la absorción. El intestino delgado no solo es largo ( de 37 a 43 metros) sino que también sus pliegues están dotados de numerosas protuberancias de forma dactilar, los vili. Cada una de ellas está recubierta de muchas células epiteliales, que poseen numerosos microvili. Los vili proporcionan un área superficial muy grande, por medio de la cual los productos finales de la digestión pueden ser transportados a través de las células epiteliales y alcanzar los capilares sanguíneos de los vasos linfáticos interiores. El área de la superficie del intestino delgado es en promedio de 180 metros cuadrados.

Los microvili contienen haces de microfilamentos de actina que conecta con una red de filamentos de miosina situados en la base de los microvili. Este sistema de filamentos dota a los microvili de un movimiento ondulatorio, lo que proporciona una agitación local que facilita la absorción de los nutrientes.

### **2.1.1. Carbohidratos.**

La principal función de los carbohidratos es aportar energía a los diversos tejidos, especialmente al cerebro y al sistema nervioso, los cuales no pueden utilizar ningún otro tipo de alimento para obtener energía. La mayoría de los carbohidratos que forman parte de una dieta media son digeridos y absorbidos como unidades de glucosa. Si se determina la concentración de glucosa en sangre antes y después de una comida a intervalos de tiempo de 15 minutos, se observa un incremento gradual de la misma que alcanza el valor máximo aproximadamente después de 30 minutos de la comida, reestableciéndose la concentración normal casi con la misma rapidez (120 mg/100 ml ).

En el hígado la glucosa se transforma en glucógeno, la cual se almacena en el organismo como reserva energética disponible para ser utilizada entre comidas. En los músculos la glucosa es utilizada para la producción de energía. Durante todo este tiempo la glucosa es transportada en el interior de la célula para ser metabolizada por un proceso de combustión controlada que rinde la energía necesaria para mantener las funciones biológicas y fisiológicas (glucólisis) (7).

Los carbohidratos que se hallan en formas complejas, como en la forma natural de oligosacáridos y polisacáridos en los productos alimenticios producen un suministro prolongado y constante de glucosa debido a su hidrólisis y absorción en el sistema digestivo, dando una acción a largo plazo para la glucólisis (Tabla II). Otros carbohidratos de tipo polisacáridos que se encuentran en los alimentos no pueden ser digeridos por nuestro organismo por el tipo de estructura que poseen (6).

Tabla II. Principales carbohidratos alimenticios.

<b>Carbohidratos</b>	<b>Tipo</b>	<b>Aprovechamiento</b>
Monosacáridos	Glucosa Fructosa Galactosa	Suministro rápido de energía Carbohidratos digestibles.
Disacáridos	Sacarosa Maltosa Lactosa	
Oligosacáridos	Dextrina Mezcla de azúcares	
Polisacáridos	Almidón Glucógeno	
	Celulosa Hemicelulosa Pectina	Carbohidratos no digestibles

### **2.1.2. Grasas.**

Las unidades básicas de las grasas son los ácidos grasos, pero las moléculas grasas no están compuestas por la unión de ácidos grasos. Las moléculas de grasa se conocen como triglicéridos y están compuestas por una molécula de glicerina y tres ácidos grasos (6).

Existen muchos tipos de ácidos grasos, todos con una estructura de cadena semejante. Los ácidos grasos pueden ser saturados o poliinsaturados. Las grasas contienen una mezcla de ácidos grasos, la proporción de la mezcla determina si la grasa es de carácter saturada (dura) o poliinsaturada (blandas). Por su característica de que las grasas son insolubles en agua, la digestión y el transporte se realiza bajo un tratamiento especial, en el proceso de digestión, las sales biliares actúan como detergentes, solubilizando las grasas para facilitar su absorción, para su transporte son rodeadas por una película formada por proteínas y fosfolípidos. La partícula integra constituye una lipoproteína. Ciertos ácidos grasos poliinsaturados son nutricionalmente esenciales, ya que son precursores de reguladores metabólicos de vital importancia como las prostaglandinas, y en el metabolismo de los carbohidratos o de otros ácidos grasos presentes en la dieta (7).

Las grasas nutritivas suministran energía y son portadoras de las vitaminas liposolubles A, D y E. Siendo éstas el combustible más concentrado que los carbohidratos, puesto que, mientras estos últimos proporcionan energía a razón de 4 Kcal/g, las grasas lo hacen a razón de 9 Kcal/g. (6).

### **2.1.3. Proteínas.**

Las proteínas son las moléculas más grandes y complejas del organismo. Están formadas por cadenas entrecruzadas, las cuales a su vez están compuestas por la unión de varias estructuras químicas llamadas aminoácidos. En la naturaleza existen 20 principales aminoácidos de presentación frecuente y estos son importantes para el desarrollo del ser humano (Tabla III) (23).

Tabla III Los veinte principales aminoácidos presentes en la naturaleza y su importancia en la nutrición humana (22).

<u>Aminoácidos</u>			
Esenciales		No esenciales	
Leucina	Isoleucina	Alanina	Glicina
Lisina	Valina	Serina	Prolina
Metionina	Treonina	Tirosina	Cisteína
Triptófano	Fenilalanina	Arginina	Hidroxiprolina
Cistina	Histidina	Ácido Glutámico	
		Ácido Aspártico	

Cada día la síntesis total de proteínas en cada ser humano sano es aproximadamente de unos 300 g/día pero la pérdida diaria obligatoria solo es de 30 a 90 gramos (la cual se determinara de acuerdo a la actividad de cada individuo), ya que el 80 a 90 % se utiliza nuevamente. La cantidad diaria de proteínas recomendada para el adulto es de unos 0.8 g/Kg. de peso corporal. Un 20 % de los aminoácidos deben ser esenciales ya que el cuerpo no los puede sintetizar en cantidades adecuadas y deben recibirlos de los alimentos (Tabla IV). Los aminoácidos que se suministran en la dieta construyen proteínas tisulares, siguiendo un patrón específico, solo si existe un suministro adecuado de todos los aminoácidos esenciales en las proporciones requeridas. La cantidad de proteínas que se pueden sintetizar estará en función del aminoácido que se encuentre en menor cantidad en el consumo (6) (7) (8) (24).

Las proteínas del huevo y de la leche junto con la de algunos insectos (como se observará más adelante) contienen todos los aminoácidos esenciales presentes y en las proporciones adecuadas (6).

Las proteínas ingeridas se hidrolizan en sus aminoácidos constituyentes en el tracto gastrointestinal por medio de una secuencia de reacciones enzimáticas. Los aminoácidos son transportados después a través de las células epiteliales que recubren las paredes del intestino delgado, todos los aminoácidos libres penetran hasta los capilares sanguíneos de los vili y son transportados a la sangre y posteriormente a otros órganos en donde se emplean como sillares para la biosíntesis de las proteínas de los tejidos (22).

Tabla IV. La siguiente tabla muestra las cantidades diarias de aminoácidos esenciales (25)

Aminoácidos	Necesidades diarias (mg/kg)		
	Adulto	Lactantes	Niños
Histidina	16	28	20
Isoleucina	10	70	30
Leucina	14	161	45
Lisina	12	103	60
Metionina y Cistina	13	58	27
Fenilalanina y Tirosina	14	125	27
Treonina	7	87	35
Triptófano	3.5	17	4
Valina	10	93	33

#### 2.1.4. Vitaminas.

A pesar de que una ingestión de alimentos es suficiente desde el punto de vista de los carbohidratos, proteínas y grasas es necesario consumir vitaminas. Las vitaminas no solo son necesarias para nuestro bienestar corporal sino que son imprescindibles en nuestro organismo, como parte constituyente de enzimas y para el metabolismo estructural en nuestro cuerpo (6) (8).

Las vitaminas, se clasifican en hidrosolubles y liposolubles; son micronutrientes orgánicos de los que solo se necesitan cantidades del orden del miligramo o microgramo diariamente (23). En la alimentación las distintas vitaminas se encuentran principalmente distribuidas en los alimentos naturales de origen vegetal y animal, por lo que consumiendo una dieta mixta, en general se obtiene un suministro suficiente de ellas. Sin embargo, estas no se encuentran en cantidades suficientes en los productos alimenticios preparados (8).



### 2.1.5. Minerales y trazas de elementos.

Los elementos nutritivos inorgánicos necesarios pueden agruparse en dos clases. El calcio, el fósforo y el magnesio se necesitan en cantidades de un gramo o superiores diariamente, mientras que el hierro, el iodo, el zinc, el cobre y otros muchos solo se necesitan en cantidades del orden del miligramo o microgramos. Los elementos inorgánicos desempeñan muchas funciones como componentes de los huesos y dientes, como electrolitos para mantener el equilibrio del agua en el sistema vascular y tejidos, también en los grupos prostéticos de las enzimas, entre otras acciones (22).

Alrededor de 40 sustancias diferentes son indispensables en la nutrición humana y deben obtenerse de los alimentos. Incluyendo 10 aminoácidos, 13 vitaminas, 20 elementos minerales, habitualmente en forma de sales solubles, y uno o más ácidos grasos poliinsaturados. Se puede incluir también fibra, que consiste en su mayor parte de celulosa y otros polímeros de origen vegetal que forman las paredes de las células y no son digestibles. Aunque las fibras no se digieren y no desempeñan papel metabólico, colaboran a mantener la movilidad adecuada del tracto intestinal (8).

La Oficina de Alimentación y Nutrición de la National Academy of Sciences-National Research Council, ha elaborado una tabla de consumos diarios recomendados, de los diversos elementos nutritivos para la nutrición óptima de los lactantes, niños, adultos y mujeres embarazadas (Tabla V) (25).

Tabla V. Promedio de cantidades dietéticas diarias recomendadas.

	Lactantes	Niños	Hombres	Mujeres	Mujeres embarazadas
Proteínas (g)	2.1 x kg	30	56	45	7
Vit. A (ug)	410	500	1000	800	1200 Vit.
Vit. D (UI)	400	400	300	300	350
Vit. E (mg)	3	6	10	8	10
A. Ascorbico (mg)	35	45	60	60	80
A. Folico (ug)	35	200	400	400	800
Niacina (mg)	7	12	18	14	16
Riboflavina (mg)	0.5	1	1.6	1.3	1.6
Tiamina (mg)	0.4	0.9	1.4	1.1	1.5
Vit. B <sub>6</sub> (mg)	0.5	1.3	2.2	2.0	2.6
Vit. B <sub>12</sub> (Mg)	0.75	2.5	3.0	3.0	4.0
Calcio (mg)	450	800	1000	1000	1400
Fósforo (mg)	300	800	1000	1000	1400
Yodo (ug)	45	90	150	150	175
Hierro (mg)	12	12	150	150	175
Magnesio (mg)	60	200	350	300	450
Cinc (mg)	4	10	15	15	20

## 2.2. INSECTOS COMESTIBLES.

Dentro de la Etnozoología se encuentra la zoofagia, la cual significa el alimentarse a base de animales no convencionales como son los insectos, ranas, caracoles, iguanas y serpientes entre otros. La información que se origina de los estudios de tipo etnozoológico tanto antiguos como actuales, es de tal manera valiosa, que puede abrir nuevos caminos en el campo de la investigación científica.

En México, el origen de la entomofagia se pierde en el tiempo, sin embargo algunos antecedentes quedaron plasmados en algunos insectos comestibles (Tabla VI), los cuales son objeto de comercio, pero en general la producción es solo natural, en pocos casos existen cultivos rústicos.

A continuación se presenta un cuadro taxonómico en donde se aprecia la sinopsis de insectos consumidos por mexicanos (1) (2).

Tabla VI. Los principales grupos de insectos comestibles en México (1).

\*Insecto en estudio.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común.
Odonata	Aeschnidea	<i>Anax</i>	<i>sp.</i>	Padrecito
Orthoptera	Acrididea	<i>Schistocerca</i>	<i>sp.</i>	Langosta
		<i>Sphenarium</i>	<i>histrion G.</i>	Chapulines
		<i>Sphenarium</i>	<i>purpurancens Ch. *</i>	Chapulines
		<i>Sphenarium</i>	<i>magnum M.</i>	Chapulines
		<i>Melanoplus</i>	<i>femur rubrum</i>	Chapulín rojo
	<i>Melanoplus</i>	<i>mexicanus S.</i>	Chapulín	
	Tettigoniidae	<i>Microcentrum</i>	<i>sp.</i>	Esperanza
Anoplura	Pediculidae	<i>Pediculus</i>	<i>humanus L.</i>	Piojos
Lepidoptera	Magathymidae	<i>Aegiale</i>	<i>hesperiaris K.</i>	Gusano blanco maguey
	Casidae	<i>Comadia</i>	<i>redetenbacheri H.</i>	Gusano rojo maguey
	Pieridae	<i>Eucheara</i>	<i>socialis W.</i>	Gusano del madroño
	Pyralidae	<i>Lantifera</i>	<i>cyclades D.</i>	Gusano del nopal
	Noctuidae	<i>Illithis</i>	<i>zae B.</i>	Gusano del maíz
		<i>Spodeoptera</i>	<i>frugiperda S.</i>	Gusano del maíz

Hymenoptera	Formicidae	<i>Liometopum</i>	<i>apiculatum</i>	Escamol
	Apidae	<i>Bombus</i>	<i>medius</i>	Abejorro
		<i>Bombus</i>	<i>diligens</i>	Abejorro
		<i>Bombus</i>	<i>formosus</i>	Abejorro
		<i>Apis</i>	<i>melifera</i>	Abeja prieta
		<i>Melipona</i>	<i>beeckei</i> B.	Abeja alazana
	Meliponidae	<i>Trigona</i>	sp.	Abeja sin aguijón
		<i>Scaptotrigona</i>	<i>mexicana</i> G.	Abeja sin aguijón
	Vespidae	<i>Polybia</i>	<i>parvulina</i> R.	Avispa negra
		<i>Polybia</i>	<i>occidentalis</i> b.	Abispa rayada
		<i>Polybia</i>	<i>occidentalis</i> n.	Avispa de enebro
		<i>Polybia</i>	<i>digueta</i> n.	Avispa
		<i>Brachygastra</i>	<i>mellifica</i> S.	Panal de Castilla
		<i>Polistes</i>	<i>mejor</i> B.	Guachichil
<i>Vespula</i>		<i>squamosa</i> D.	Panal de tierra	
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Cysbister</i>	<i>explanatus</i> L.	Cucarachon de agua
	Cerambycidae	<i>Aplagiognathus</i>	<i>spinus</i> N.	Gusanos de los palos
		<i>Stenodontes</i>	<i>cer. Maxillus</i> D.	Gusanos de los palos
		<i>Callipogon</i>	<i>barbatus</i> F.	Gusanos de los palos
		<i>Trichoderes</i>	<i>pini</i> Ch.	Gusanos de los palos
		<i>Arophalus</i>	<i>af. Rusticus</i> L.	Gusanos de los palos
		<i>Lagocheirus</i>	<i>rogersii</i> B.	Gusanos de los palos
		<i>Xyloryctes</i>	sp.	Escarabajo rinconero
	Melolonthidae	<i>Phyllophaga</i>	sp.	Gallina ciega
	Passalidae	<i>Passalus</i>	<i>af. Punctiger</i> L.	Gusano de los palos
		<i>Ollivus</i>	<i>rimator</i> T.	Gusano de los palos
	Curculionidae	<i>Scyphophorus</i>	<i>accupunctatus</i>	Gusano de maguey
		<i>Rhyncophorus</i>	<i>palmarum</i>	Gusano del coyol
		<i>Metamasius</i>	<i>spinelae</i> V.	Gusano del nopal
	Cicindalidae	<i>Cicindala</i>	<i>curbata</i> Ch.	Escarabajo
		<i>Cicindala</i>	<i>roseiventris</i> Ch.	Tigre
	Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	<i>lineatus</i> Sharp	Ateleptitz

En México, se consumen una gran variedad de insectos del orden Orthoptera, donde la más abundante es la familia de Acrididea conocidos por lo general como chapulines y designados con distintos nombres según su procedencia geográfica.

Sólo las especies del género *Sphenarium sp.* se comercializan, principalmente en los Estados de Oaxaca y Puebla, aunque su distribución geográfica abarca hasta el Distrito Federal, aquí se consumen los traídos de Oaxaca y Tlaxcala.

La preparación consiste en que después de coleccionar, se dejan defecar un día, porque dicen las personas que si los dejan así amargan, después se colocan en agua hirviendo, lo que les hace virar al color rojo como sucede con los camarones, enseguida se secan al sol y como no tiene un sabor especial, toman el del aderezo que se les ponga, así se pueden hacer la gusto (1).

### **2.2.1. VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS**

En nuestro país se dan cuatro tipos de alimentación las cuales se clasifican como buena: donde el promedio de calorías/día son 2330, la ingestión de proteínas total se de 69 gramos y 20 gramos de proteína animal sin existencia de desnutrición, después la clasificada como alimentación regular: con 2124 calorías/día con ingesta total de proteínas de 60 gramos de donde solo 15 gramos de ella son animal y 1% de desnutrición, la clasificada como mala: cuenta con un consumo de 2064 calorías/día, con una ingesta total de proteínas de 56 gramos de los cuales 10 gramos son de origen animal, teniendo un 3.5 % de desnutrición, y por último la alimentación catalogada como muy mala con un consumo de 1893 calorías/día y una ingestión de proteínas de 50 gramos de las cuales solo el 8 gramos en proteína animal con un 4.1 % de desnutrición (1).

En la línea de investigación que desarrolla la Universidad Nacional Autónoma de México en el instituto de Biología han rastreado hasta 1988, 247 especies de insectos comestibles en México. De estos estudios se sabe que los insectos comestibles poseen una gran riqueza proteínica y vitamínica, teniendo así mismo buenas cantidades de algunos minerales (1).

En México, se consumen una gran variedad de insectos del orden Orthoptera, donde la más abundante es la familia de Acrididea conocidos por lo general como chapulines y designados con distintos nombres según su procedencia geográfica.

Sólo las especies del género *Sphenarium sp.* se comercializan, principalmente en los Estados de Oaxaca y Puebla, aunque su distribución geográfica abarca hasta el Distrito Federal, aquí se consumen los traídos de Oaxaca y Tlaxcala.

La preparación consiste en que después de coleccionar, se dejan defecar un día, porque dicen las personas que si los dejan así amargan, después se colocan en agua hirviendo, lo que les hace virar al color rojo como sucede con los camarones, enseguida se secan al sol y como no tiene un sabor especial, toman el del aderezo que se les ponga, así se pueden hacer la gusto (1).

### **2.2.1. VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS**

En nuestro país se dan cuatro tipos de alimentación las cuales se clasifican como buena: donde el promedio de calorías/día son 2330, la ingestión de proteínas total se de 69 gramos y 20 gramos de proteína animal sin existencia de desnutrición, después la clasificada como alimentación regular: con 2124 calorías/día con ingesta total de proteínas de 60 gramos de donde solo 15 gramos de ella son animal y 1% de desnutrición, la clasificada como mala: cuenta con un consumo de 2064 calorías/día, con una ingesta total de proteínas de 56 gramos de los cuales 10 gramos son de origen animal, teniendo un 3.5 % de desnutrición, y por último la alimentación catalogada como muy mala con un consumo de 1893 calorías/día y una ingestión de proteínas de 50 gramos de las cuales solo el 8 gramos en proteína animal con un 4.1 % de desnutrición (1).

En la línea de investigación que desarrolla la Universidad Nacional Autónoma de México en el instituto de Biología han rastreado hasta 1988, 247 especies de insectos comestibles en México. De estos estudios se sabe que los insectos comestibles poseen una gran riqueza proteínica y vitamínica, teniendo así mismo buenas cantidades de algunos minerales (1).

A partir de esta información, podemos darnos cuenta de la gran importancia que tiene el consumo de insectos en nuestro país como una fuente de alimentación alterna con un alto valor nutritivo (Tabla VII).

Dentro de los insectos el valor más alto en proteínas corresponde al género de *Sphenarium* sp. junto con la especie *Melanoplus mexicanus* que posee un 77.63 % y el de la avispa *Polister major* con 71.99% .

En la prueba de digestibilidad proteínica las cifras arrojaron una elevada digestibilidad que va de un 77.86 % a un 98.93 % . Un alimento cuya digestibilidad en este sentido esta arriba del 60 %, se considera un concentrado proteico y éste sería el caso de los insectos comestibles (1).

Tabla VII. En el siguiente cuadro se encuentran los valores nutritivos de las especies de insectos consumidos en México. Los datos se encuentran gramos/100 gramos en base seca (1).

\*Insecto en estudio.

Orden	Proteínas	Grasas	Minerales	Fibra Cruda	Extracto libre de Nitrogeno
<b>Odonata Aeschnidea</b>					
<i>Anax</i> sp.	56.22	2.93	4.20	16.61	0.02
<b>Orthoptera Acrididea</b>					
<i>Schistocerca</i> sp.	75.00				
<i>Sphenarium histrio</i> G.	77.33	4.22	2.44	12.17	4.02
<i>Sphenarium purpurancens</i> Ch. *	71.35	6.52	2.41	1.58	8.11
<i>Melanoplus mexicanus</i> S.	77.63	4.20	2.40	12.13	4.01
<i>Tettigoniidae</i> sp.	70.92	6.06	3.95	9.56	9.51
<b>Hemiptera</b>					
<b>Corixidae</b>					
<i>Krizousacorixa azteca</i> J.	56.55	4.33	21.00	6.22	11.87
<i>Krizousacorixa femorata</i> G.	62.80	9.67	8.34	10.46	8.70
<b>Penetatomidae</b>					
<i>Euchistus taxcoensis</i> A.	50.38	28.20	1.75	19.64	0.001
<i>Euchistus sulfultus</i> R.	35.26	45.12	0.98	18.51	0.01

<b>Orden</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Grasas</b>	<b>Minerales</b>	<b>Fibra Cruda</b>	<b>Extracto libre de <u>Nitrógeno</u></b>
<i>Euchistus strennus D.</i>	41.84	41.68	3.06	13.41	0.001
<b>Belostomatidae</b>					
<i>Abedus avatus S.</i>	67.69				
<b>Lepidoptera</b>					
<b>Magathymidae</b>					
<i>Aegiale hesperiaris K.</i>	30.88	58.55	2.29	3.45	4.85
<b>Casidae</b>					
<i>Comadia redetenbacheri H.</i>	32.16	56.82	2.76	5.61	2.64
<b>Pieridae</b>					
<i>Eucheara socialis W.</i>	46.71	15.5	6.80	9.27	21.61
<b>Pyralidae</b>					
<i>Lanifera cyclades D.</i>	45.83	30.34	4.62	4.92	14.24
<b>Noctuidae</b>					
<i>Heliothis zae B.</i>	41.98	29.00	3.86	4.14	14.24
<i>Spodeoptera frugiperda A.</i>	42.48	28.00	4.86	3.94	21.6
<b>Hymenoptera</b>					
<b>Formicidae</b>					
<i>Liometopum apiculatum M.</i>	41.61	36.21	2.40	2.10	5.28
<b>Apidae</b>					
<i>Melipona beeckei B.</i>	28.95	41.25	3.14	6.2	20.43
<b>Vespidae</b>					
<i>Polybia parvulina R.</i>	61.40	20.66	4.01	5.74	8.25
<i>Polybia occidentalis b.</i>	61.57	18.47	3.46	3.53	12.68
<i>Polybia occidentalis n.</i>	62.93				
<i>Brachygastra melifica S.</i>	52.84	29.66	3.44	3.02	11.01
<i>Brachygastra azteca S.</i>	62.74	21.47	3.17	3.34	9.23
<i>Polistes mejor B.</i>	71.99				
<i>Vespula squamosa D.</i>	62.85	21.50	2.03	3.15	9.63

Las cifras arrojadas por los miligramos de los insectos comestibles los cuales se realizaron en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México nos demuestran la calidad de proteínas de los insectos, en donde hacen énfasis en la calidad de aminoácidos esenciales que poseen, ya que necesitan ser ingeridos en la dieta cotidiana y no pueden ser formados durante el metabolismo, y comparándolas con las reportadas por la FAO (Food and Agriculture Organization) en 1973 en donde a la metionina se le adiciona la cifra obtenida para la cisteína y a la fenilalanina se le agrega la de la tirosina (aminoácido indispensable) demostró que los insectos comestibles sobrepasan los valores dados por la FAO. Como se muestra a continuación en la tabla considerando solo a la Orthotera Acrididae por ser el Orden de insectos de interés en este estudio (Tabla VIII).

Tabla VIII. Contenido de aminoácidos de algunos insectos (mg/mg) (1).

\*Insecto en estudio.

Aminoácidos Indispensables	<i>Sphenarium histrío</i>	<i>Sphenarium purpurancens*</i>	<i>Melanoplus mexicanus</i>
Isoleucina	5.3	4.2	4.67
Leucina	8.7	8.9	8.80
Lisina	5.8	5.7	5.34
Metionina + Cisteína	3.3	4.3	3.80
Total de aa. Sulfurados	3.3	4.3	3.80
Fenilalanina + Tirosina	19.0	16.6	11.48
Treonina	4.0	3.8	4.41
Triptófano	0.6	0.65	0.56
Valina	5.1	5.7	5.67
Total Indispensables	51.17	49.85	44.73



<b>Aminoácidos</b>	<i>Sphenarium histrío</i>	<i>Sphenarium purpurancens*</i>	<i>Melanoplus mexicanus</i>
<b>Aminoácidos Dispensables</b>			
Histidina	1.1	2.2	2.43
Ácido aspártico	9.3	8.7	8.76
Serina	5.1	4.8	4.34
Ácido glutámico	4.3	10.8	15.35
Prolina	7.2	7.2	6.75
Glicina	5.3	7.8	7.50
Alanina	7.7	10.4	5.86
Arginina	6.6	6.0	4.28
<b>Total Dispensables</b>	<b>46.6</b>	<b>49.8</b>	<b>55.27</b>

## 2.3. MICROBIOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Los principales objetivos del análisis microbiológico de los alimentos son asegurar que:

- A. El alimento cumpla ciertas normas estatutarias.
- B. Se ajuste a la normas internas establecidas por la compañía procesadora.
- C. Se mantenga el control del proceso y la higiene de la línea de fabricación.

Los métodos del examen microbiológico utilizados para el control de calidad del alimento son en si mismos muy variados y dependientes, en gran parte, del alimento que se va analizar. Conviene estudiar los análisis bajo los siguientes especificaciones:

1. Estimación del número total de microorganismos.
2. Estimación del número de microorganismos indicadores.
3. Examen o estimación del número de microorganismos alterantes de los alimentos y de otros grupos especiales.
4. Examen o estimación del número de microorganismos productores de toxinas alimentarias y de los microorganismos patógenos transportados por los alimentos.
5. Análisis de los productos metabólicos de los microorganismos (15).

Las enfermedades transmitidas por los alimentos resultan de ingerirlos contaminados, que caracterizan al grupo de afecciones denominadas intoxicaciones alimenticias. Estas pueden resumirse brevemente como se muestra a continuación:

1. Idiosincrasias individuales.
2. Intoxicación por alimentos.
  - a). Ordinariamente venenosos
  - b). Envenenados accidentales
  - c). Que contienen venenos de origen bacteriano formado por:
    - I. *Clostridium botulinum*
    - II. *Staphylococcus*
    - III. *Clostridium perfringens*

### 3. Infecciones por alimentos, incluyendo:

#### a). Infecciones bacterianas, como:

- I. Fiebre tifoidea
- II. Disentería
- III. Cólera
- IV. Infección por Salmonella

#### b). Infecciones parasitarias.

En algunos casos el alimento simplemente sirve como vector en la transmisión de enfermedades como las parasitarias e intestinales. Sin embargo, en los restantes las manifestaciones clínicas son las que acompañan a una intoxicación alimenticia (21).

#### **2.3.1. Venenos alimenticios de origen bacteriano.**

La intoxicación con alimentos que contienen sustancias tóxicas de origen bacteriano es muy común. Las bases orgánicas como putrescina, cadaverina, metilamina, y similares, llamadas ptomaína, que resultan de la descomposición bacteriana de las proteínas, no son tóxicas por vía bucal; tampoco lo son otros productos de descomposición. La toxicidad en éste caso es atribuible a la presencia de sustancias sintetizadas por las bacterias, cuya existencia puede acompañarse o no de señales de descomposición del alimento (16) (21).

El botulismo es una intoxicación de gran mortalidad causada por la ingestión de la toxina preformada por uno de los tipos de *Clostridium butulinum*. Estas toxinas son neurotoxinas y se hallan entre los venenos mas poderosos conocidos. Hay dos requerimientos previos para la formación de toxinas: el primero, para que el microorganismo se desarrolle se requieren condiciones anaerobias y el segundo se necesita un periodo de incubación relativamente largo (9) (21).

Las intoxicaciones alimentarias por estafilococos es consecuencia de la ingestión de toxinas producidas por cepas de *Staphylococcus aureus* y los alimentos que intervienen en la intoxicación son los materiales que contienen almidón.

### **2.3.2. Infecciones bacterianas.**

Las infecciones de origen alimentario son de dos grandes tipos:

El primer tipo de intoxicación incluye enfermedades como la disentería bacilar y la amibiana, la tifoidea, las paratifoideas y el cólera, en todas las cuales la sintomatología y la evolución son características del microorganismo.

El segundo tipo se caracteriza por comienzo brusco con vómito y diarrea, y duración limitada de dos o tres días. La inmensa mayoría de brotes de éste tipo son infecciones con especies de Salmonella (21).

### **2.3.3. Infecciones de origen parasitario.**

Incluyendo los diversos tremátodos, tenias, equinococos y ascarides que infectan al hombre en estas enfermedades, la principal fuente de infección son personas infectadas que manejan a los alimentos; así como un mal control de calidad del alimento (21).

## **2.4. CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS**

La conservación de alimentos, se comprende como el conjunto de todas las medidas para evitar su descomposición. En sentido estricto se designa como conservación a los procedimientos que se dirigen contra el ataque por los microorganismos. Para el producto que se presentará en este trabajo se llevan a cabo dos métodos de conservación una de tipo físico y otro químico, los cuales se mencionan más adelante.

La desecación es el método más antiguo de conservación de alimentos y puede llevarse a cabo de diversas formas. La eliminación directa del agua puede tener lugar por tres métodos básicos: desecación solar, deshidratación mecánica y liofilización.

1. La desecación solar, limitada a los climas cálidos y secos, en donde se coloca la muestra sobre bandejas y se les da vuelta ocasionalmente durante el secado. La

deshidratación mecánica convencional, realizada en hornos o túneles, implica el paso de aire caliente por el alimento. La liofilización consiste básicamente en la deshidratación a gran vacío del material congelado, que se calienta lo suficiente para permitir que el hielo se convierta directamente en vapor de agua.

Durante el almacenamiento de los alimentos deshidratados se realizan muchos cambios, siendo la mayoría de origen microbiano. El más corriente y el más importante de los cambios es el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) que consta de una serie compleja de reacciones químicas entre los azúcares reductores y los aminoácidos. Los niveles de agua que deben alcanzarse durante la deshidratación para frenar este pardeamiento son mucho más bajos que los necesarios para inhibir el crecimiento microbiano, por lo que así no habrá lugar a la alteración de este origen. De hecho durante el almacenamiento disminuye el número de microorganismos viables, si bien las esporas bacterianas y fúngicas no se afectan. Si los alimentos deshidratados se envasan defectuosamente o se almacenan en condiciones de humedad, pueden reabsorber agua suficiente para permitir el crecimiento de mohos, pero no el bacteriano que requiere más humedad (15).

2. Los ésteres de ácido p-hidroxibenzoico surgieron con la intención de encontrar un sustituto para el ácido salicílico y el ácido benzoico, que tienen la desventaja de actuar solamente en la zona de pH marcadamente ácido. Su principal empleo es como conservador de productos farmacéuticos y cosméticos; donde también pueden sacar ventaja de su propiedad de ser activo en zonas de pH débilmente ácido y neutro.

La toxicidad aguda de los ésteres del ácido p-hidroxibenzoico es tanto menor cuando mayor es la longitud de la cadena del componente alcohólico. La DL50 de los ésteres metílicos y propílicos para el ratón por vía oral es de 8 g/kg. de peso, la de los compuestos sódicos es de 2 g y 3.7 g/kg. de peso, respectivamente. La DL50 de los compuestos sódicos del éster etílico y butílico es de 2 g y 0.95 g/kg. de peso, respectivamente. De acuerdo con otros datos la DL50 de éster etílico es de 6 g, la del propílico de 6.3 g y la del butílico 13.2 g/KG. de peso. La toxicidad aguda de los ésteres del ácido p-hidroxibenzoico no aumenta cuando se combina con otros conservadores.

La administración al conejo durante 6 días de 500 mg de éster metílico por kg. de peso y día no produce lesiones; 3000 mg son tóxicos. El gato y el perro son más sensibles. La toxicidad subcrónica de éster propílico es de magnitud semejante. El hombre puede resistir durante un mes la ingestión diaria de 2 g de éster metílico y propílico sin sufrir ningún daño.

En investigaciones a largo plazo de 2 años de duración 0.9-1.2 g de éster metílico, etílico, propílico y butílico por kg. de peso no produjeron ninguna lesión específica en los tejidos. No se observó cambios histológicos en el riñón, hígado, pulmones ni otros órganos internos. El perro soporta un g/kg. de peso al día al menos durante un año.

Debido a su buena actividad antibacteriana (Tabla IX) se emplea en productos cárnicos en concentraciones de 0.05-0.1 % para la protección de las carnes, haciendo uso de acción en zonas de pH alto.

Los ésteres pertenecen a las sustancias conservadoras con actividad preferentemente fungistática, de todas formas debido al grupo OH fenólico su acción antibacteriana es superior a los ácidos nombrados contra las especies grampositivas

(Tabla IX). Acción del éster de propilo frente a diversos microorganismos (16).

Nombre del microorganismo	Concentración inhibitoria del éster de propilo en ppm.
<i>Pseudomonas spp.</i>	40 - 100
<i>Micrococcus spp.</i>	10 - 100
<i>Streptococcus Faecalis</i>	40
<i>Lectobacillus spp.</i>	30 - 50
<i>Batabacterium buchneri</i>	400
<i>Escherichia coli</i>	30 - 100
<i>Bacillus cereus</i>	10 - 100
<i>Salmonella spp.</i>	33 - 70
<b>Levaduras esporógenas</b>	15 - 60
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	40
<b>Levaduras anasporógenas</b>	20 - 40
<i>Cándida spp.</i>	50
<i>Torula lipolytica</i>	30
<b>Phycomicetos</b>	20 - 100
<i>Mocus racemosus</i>	10 - 50
<i>Rhizopus nigricans</i>	20 - 50
<i>Penicillium spp.</i>	20 - 50
<i>Gliocladium roseum</i>	30
<i>Aspergillus spp.</i>	10 - 50
<i>Aspergillus niger</i>	10 - 50
<i>Aspergillus oryzae</i>	10 - 20
<i>Fungi imperfecti</i>	20 - 30

## 2.5. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

### 2.5.1 Formula Unitaria

Cada cápsula contiene:

Polvo de <i>Orthoptera Acrididea Sphenariun purpurancens</i> .....	500 mg
Conservador.....	0.1 %
Talco.....	5.0 %

### 2.5.2. Materia prima (polvo de insecto)

Descripción	Polvo café obscuro,
Contenido de proteínas	Mayor al 60 %.
Contenido de grasas	Sin límite.
Contenido de fibra bruta	Sin límite.
Contenido de Cenizas	Sin límite.
Contenido de sustancias no nitrogenadas	Sin límite.
Límites Microbianos:	
Bacterias	Menor de 300 UFC./g.
Hongos	Menor de 10 UFC./g.
<i>Staphilococcus aureus</i>	No presente.
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	No presente.
<i>Salmonella sp.</i>	No presente.
Tamaño de partícula	Malla numero 60.
Conservación	En recipientes cerrados



### 2.5.3. Talco (deslizante)

Descripción	Polvo cristalino, fino, blanco. Se adhiere con facilidad a la piel y libre de arenillas.
Ensayos de Identidad	Se separa un precipitado cristalino blanco, de fosfato de amonio y magnesio.
Pérdida por ignición	No mas del 5 %.
Sustancias solubles en ácido	El peso del residuo menor al 2 %.
Sustancias solubles en agua	El peso del residuo menor al 5 %.
Fierro soluble en agua	Sin coloración.
Límites Microbianos	Menor a 500 UFC./g.
Arsénico	3 ppm. Empleando 10 ml de solución.
Metales pesados	Menor al 0.004 %.
Plomo	Menor al 0.001 %.
Conservación	En recipientes cerrados.

### 2.5.4. P-Hidroxibenzoato de propilo (conservador)

Contenido	No menos de 99 % y no mas del 100.50 %.
Descripción	Cristales pequeños incoloro o polvo blanco.
Solubilidad	Soluble en Alcohol y éter poco soluble en agua.

**Ensayos de identidad**

A. Con una reacción con hidróxido de sodio, los cristales del ácido

p-hidroxibenzoico funden entre 213 y 217 °C.

B. Con una solución de referencia se obtiene el mismo espectro de absorción.

Entre 95 y 98 °C.

Al calentarlo con agua e enfriar tiene un pH ácido o neutro.

Sobre gel de sílice pierde no más del 0.5 %.

**Temperatura de fusión**

**Índice de acidez**

**Pérdida por secado**

**2.5.5. Cápsulas**

**Límites Microbianos**

**Pérdida al secado**

Libre de E. coli y Salmonella.

Más del 12 y menos del 16 %.

**2.5.6. Producto agranel**

**Humedad**

**Ángulo de reposo**

**Velocidad de Flujo**

**Densidad aparente**

Menor al 1 %.

25° a 50°.

35 g/s.

Sin limite.

### **2.5.7. Producto terminado**

**Variación de peso**

En 10 cápsulas, no más de 2 tendrán más del 10 % en peso del contenido promedio.

**Desintegración**

De un total de 6 cápsulas todas deben desintegrarse en 30 minutos.

**Friabilidad**

0.8 - 1 %.

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Las proteínas proporcionan los aminoácidos esenciales para la reparación y crecimiento de tejidos, particularmente en los primeros años de vida y en el embarazo. Si la necesidad de energía supera a la ingestión, el catabolismo de los tejidos corporales, incluyendo las proteínas, será mayor la síntesis. Si el ingreso energético es adecuado pero faltan proteínas, habrá una deficiencia pura de éstas. La síntesis total de proteínas corporales es aproximadamente de unos 300 g/día. La pérdida diaria obligatoria solo es de 30 a 90 gramos, ya que el 80 a 90 % se utiliza nuevamente. La cantidad diaria de proteínas recomendada para adulto es de unos 0.8 g/Kg. de peso corporal. Un 20 % de los aminoácidos deben ser esenciales ya que el cuerpo no los puede sintetizar en cantidades adecuadas y debe recibirlos de los alimentos. Por lo que una buena alimentación es la que aporta todos los nutrientes suficientes e indispensables necesarios para la salud, sin embargo en la mayoría de los casos la alimentación de la población mexicana no es la adecuada, teniendo que recurrir a complementos alimenticios constituidos fundamentalmente por vitaminas y minerales. Dentro de ellos se encuentran los concentrados proteínicos realizados principalmente de animales superiores, los cuales contienen un alto porcentaje (la mayoría un 70 %) de proteínas y los aminoácidos esenciales necesarios. El desarrollar una forma farmacéutica la cual cuente con las mismas características que las comerciales, pero que al mismo tiempo cambie su origen de extracción, es muy importante si la fuente de origen es mas barata y mas abundante. Los insectos son el grupo de animales más dominante sobre la tierra, son capaces de colonizar cualquier tipo de hábitat, su potencial de reproducción es enorme además poseen un alto valor nutritivo, por lo que están considerados como una alternativa de alimentación para las grandes poblaciones de nuestro planeta. Con estas características se considera importante realizar un concentrado proteínico a base de insectos, los cuales son mucho mas baratos que la mayoría de las fuentes utilizadas actualmente. Recordando que los insectos fueron la base de la alimentación de nuestros antepasados y es una rica fuente de alimentación de nuestro futuro, es entonces una gran opción de alimentación en nuestro presente.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un complemento alimenticio a partir de insectos del orden *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens Ch.*, como concentrado proteínico en forma de cápsulas de gelatina dura.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- \* Realizar los análisis bromatológicos correspondientes al polvo de *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens Ch.*
  - Contenido de Proteínas
  - Contenido de Grasas
  - Contenido de Fibra cruda
  - Contenido de Extracto Libre de Nitrógeno
  - Contenido de Minerales
  
- \* Evaluar el comportamiento reológico y microbiológico del polvo para la realización de la formulación.
  
- \* Desarrollar la formulación de cápsulas de gelatina dura del polvo de *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens Ch.* y realizar el control de calidad de la forma farmacéutica.

## V. HIPÓTESIS

Considerando que un producto con una concentración mayor o igual a un 60 % de proteínas, es considerado como un concentrado proteínico, las cápsulas de gelatina dura conteniendo polvo de *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens* Ch. desecada, será un complemento alimenticio de una alta calidad y más barato que los que se encuentran en el mercado actualmente, dado que éste se desarrolla a partir de una fuente alternativa de alimento, como son los insectos, los cuales son más abundantes y contienen un alto nivel proteínico.

## VI. MATERIAL Y MÉTODOS

### Reactivos

Ácido Sulfúrico 98 %  
 Oxido de Mercurio  
 Sulfato de Potasio  
 Tiosulfato de Sodio 4 %  
 Hidróxido de Sodio 40 %  
 Ácido clorhídrico 0.1 N.  
 Ácido Borico  
 Mezcla digestiva  
 Eter etílico anhidro  
 Ácido sulfúrico 1.25 %  
 Hidróxido de sodio 1.25 %  
 Asbesto preparado  
 Éter de petróleo  
 Agar Soya-tripticosa  
 Agar Dextrosa-papa  
 Agar Sal-manitol  
 Agar cetrimida  
 Agar verde brillante  
 Agar sulfito de bismuto  
 Agua destilada

### Equipo

Estufa de desecación  
 Charolas de aluminio  
 Balanza Granataria  
 Matraz Kjeldhal de 25 ml  
 Bulbo de destilación Kjeldhal  
 Refrigerante de tubo recto  
 Digestor  
 Aparato de Goldfish o Soxhlet  
 Papel filtro  
 Vaso precipitado a peso constante  
 Desecador  
 Balanza analítica  
 Cápsula de porcelana  
 Mechero  
 Tripie  
 Pinzas para crisol  
 Dispositivo de filtrado al vacío  
 Embudo Büchner  
 Tela de Lino  
 Estufa de incubación  
 Cajas petri  
 Autoclave  
 Pipetas 1, 5 y 10 ml

## 6.1. MÉTODOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS PARA EL POLVO DE *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens* Ch.

Este método solo se le realizará a la *Orthoptera Acrididae Sphenarium purpurancens* Ch. para obtener un producto seco para los procesos de producción adquirido del estado de Tlaxcala.

### AGUA.

Todos los alimentos, de cualquier origen contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido de agua varía entre un 30 y un 95 % en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, se puede decir que existe en dos formas generales: el agua libre y el agua ligada. El agua libre, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad y es estimada en la mayor parte para los métodos usados para el cálculo de contenido en agua. El agua ligada, se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales. Estas formas requieren para su eliminación en forma de vapor de un calentamiento de distinta intensidad. Parte de la misma permanece ligada al alimento incluso a temperaturas que carbonizan.

### MÉTODO DE DESECACION EN ESTUFA HASTA PESO CONSTANTE.

Pésese con precisión la cantidad de muestra que desea secar, colóquelo en recipiente metálico, charolas de aluminio, en una cápsula metálica de fondo plano, etc. Deseque la muestra dentro de una estufa de aire con la ventilación abierta, a una temperatura entre 40 °C a 60 °C durante 12 horas. Retire la charola de la estufa, cúbrase con una tapa y déjese enfriar en un desecador; pese tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Vuélvase a introducir la charola a la estufa y repita la operación hasta que las dos últimas pesadas sucesivas sean constantes.



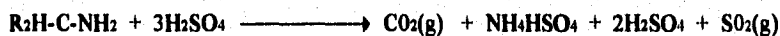
## PROTEÍNAS.

Existen varios métodos para la cuantificación de proteínas pero la mayoría tiene como principio alguna reacción química característica de los Grupos R de los diferentes aminoácidos.

Cuando ciertas muestras son muy completas y contienen muchos componentes, pueden requerir métodos especiales antes de efectuarse la titulación. El método de Kjeldahl para nitrógeno se utiliza para la determinación del porcentaje de nitrógeno en muchos alimentos y fertilizantes. Aunque gran parte del nitrógeno se halla presente en sustancias como grupo amino  $R_3-C-NH_2$  parte del mismo se encuentra en una forma básica en consecuencia, la titulación con ácido no permitirá una determinación exacta del porcentaje de nitrógeno. El método de Kjeldahl consiste en tres etapas esenciales:

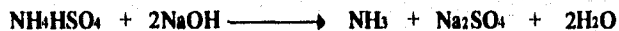
### 1.- Digestión:

El nitrógeno orgánico se calienta con ácido sulfúrico concentrado.



### 2.- Destilación:

La mezcla de la digestión se deja enfriar y se neutraliza con hidróxido de sodio.



El amoníaco producido por la destilación se hace a través de una cantidad conocida de ácido bórico y al final de la destilación, el ácido en exceso se valora por retroceso con hidróxido de sodio. El ácido consumido es entonces una medida del amoníaco producido que a su vez es el resultado del nitrógeno presente en las proteínas.

## MÉTODO DE KJELDHAL PARA LA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS.

Depositar en un matraz Kjeldhal de 25 ml de capacidad, una porción de la muestra por analizar, que contenga entre 20 y 40 mg de proteína de la muestra. Agregar 3 ml de la mezcla digestiva\*\*, adicionar 0.05 gramos de óxido de mercurio. Depositar en el matraz perlas de ebullición para eliminar la proyección en el calentamiento y aumentar la temperatura gradualmente hasta alcanzar la ebullición y mantener ésta última constante. Digerir por lo menos durante dos horas, hasta que la solución presente una coloración clara y ausencia total de sustancias carbonizadas. Dejar enfriar, adicionando 10 ml de agua destilada y después lavar con 1 o 2 ml de agua destilada varias veces. Depositar la muestra en un destilador por arrastre de vapor y proceder la destilación, adicionando 5 ml de solución al 40 % de hidróxido de sodio. Recibir el destilado en un matraz Erlenmeyer que contenga 10 ml de solución de ácido bórico\* preparado como se indica más adelante. Colectar aproximadamente 50 ml del destilado. Titular con la solución valorada de ácido clorhídrico, hasta el vire del indicador a un ligero color rosa. Paralelamente correr un blanco de reactivo, cuyo consumo del ácido clorhídrico debe restarse al consumo del problema.

\* Solución de ácido bórico. Colocar 0.5 gramos de ácido bórico en un matraz aforado de 100 ml, agregar suficiente agua destilada para disolver, después agregar 3.5 ml de indicador de fenolftaleína (100 mg. de fenolftaleína en 100 ml de etanol), y 1.0 ml de indicador de verde de bromocresol/rojo de metilo (33 mg de verde de bromocresol y 66 mg de rojo de metilo en 100 ml de etanol 96 %). Se ajusta el color a un tono café/rojizo con ácido o base y se afora a 100 ml.

\*\* Mezcla digestiva. Se mezclan en una placa de agitación durante 30 minutos los siguientes reactivos: 0.5 gramos de sulfato de cobre penta hidratado, 50 ml de ácido sulfúrico concentrado y 17 ml de ácido fosfórico.

### Cálculos:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(P - B) \times N \times \text{meq} \times 100}{M}$$

% de proteína total = % Nitrógeno x 6.25

P = ml. del Problema.

B = ml. del Blanco.

meq = miliequivalentes del nitrógeno.

N = normalidad del ácido clorhídrico.

M = peso de la muestra.

## EXTRACTO ETÉREO (GRASAS).

El termino extracto etéreo se refiere al conjunto de las sustancias extraídas con éter etílico. Incluyendo además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenoides, y otros pigmentos. La determinación se lleva a cabo sobre una muestra previamente deshidratada.

### MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ETÉREO.

Deséquese una muestra de 2 gramos. Transfiera el material deshidratado a un cartucho de extracción con una porosidad que permita un rápido flujo de éter. Extraigase durante unas 4 horas en un extractor Soxhlet funcionando a una velocidad de condensación de 5 o 6 gotas por segundo o a lo largo de la noche a una velocidad de 2-3 gotas por segundo. Elimínese el éter del vaso de precipitado en baño maría, evaporándolo con precaución y deséquese el residuo en una estufa de aire a 100 °C. Durante 30 minutos; enfríese y pésese.

#### Cálculos:

$$\% \text{ de Grasas} = \frac{(A - B) \times 100}{M}$$

A = peso del vaso de precipitado con la residuo desecado.

B = peso del vaso de precipitado solo.

M = peso de la muestra.

## CENIZAS.

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinar tal y como se presentan en los alimentos, la incineración para destruir toda la materia orgánica cambia a su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierte en óxido o carbonatos o reacciona durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos, como el azufre y los halógenos, pueden no ser completamente retenidos en las cenizas perdiéndose por volatilización.

### MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

Pésese con precisión una cantidad equivalente a 2-5 gramos de la muestra bien homogeneizada, en una cápsula de porcelana, previamente incinerada y puesto a peso constante. Coloque la cápsula dentro de una mufla y elévese lentamente la temperatura de la mufla hasta alcanzar la incineración sin que se formen llamas. (ésto mismo puede realizarse en un mechero). Una combustión demasiado activa puede ocasionar pérdidas de cenizas o conducir a que se fundan y formen inclusiones de carbón que no se incinere. Elevar la temperatura de la mufla hasta 550 °C. Hasta que las cenizas tomen un color blanco o grisáceo, pásese directamente a un desecador (es preferible utilizar uno para cada cápsula) enfriese a la temperatura ambiente y pésese de inmediato.

#### Cálculos:

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{(B - A) \times 100}{M}$$

A = peso constante de crisol inicial.

B = peso constante del crisol con muestra.

M = peso de la muestra.

## FIBRA CRUDA.

La fibra bruta constituye un índice de las sustancias presentes en los alimentos no digeribles. Está constituida fundamentalmente por celulosa, lignina y pentosas, que constituyen junto con pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas de las estructuras celulares de los vegetales. Un comité de enlace combinado de la AOCS y de la AOAC definió así el término la fibra bruta se pierde en la incineración del residuo seco obtenido tras la digestión de la muestra con ácido sulfúrico al 1.25 % y hidróxido de sodio al 1.25 % bajo condiciones específicas.

\* Asbesto preparado. Extienda sobre una cápsula de evaporación una capa fina de asbesto de fibra media o larga, lavando con ácido y caliéntese a 660 °C, durante 16 horas en una mufla. Hiérvase durante 30 minutos con ácido sulfúrico al 1.25 %, filtre, lávese intensamente con agua y hiérvase durante 30 minutos con hidróxido de sodio al 1.25 %; lave una vez con ácido sulfúrico al 1.25 % y después intensamente con agua; luego deseque e incinere durante dos horas. Haga una determinación en blanco tratando un gramo de asbesto preparado con ácido y álcali como se indica en la determinación de fibra bruta.

### Cálculos:

$$\% \text{ de Fibra Bruta} = \frac{(B - A) \times 100}{M}$$

A = peso del crisol después del secado.

B = peso del crisol después de la incineración.

M = peso de la muestra.

## SUSTANCIAS EXTRACTIVAS NO NITROGENADAS

Con éste término se designa al valor obtenido restando de 100 la suma de los porcentajes de proteínas, cenizas, extracto etéreo y fibra cruda. A veces se usa también el término "carbohidratos por diferencia" o "carbohidratos totales", pero en éste último se incluye con frecuencia también la fibra cruda.

Es preciso subrayar que cualquier error cometido en las determinaciones queda reflejado en las cifras de sustancias extractivas no nitrogenadas.

## **6.2. CUENTA MICROBIOLÓGICA**

La prueba se basa en la estimación del número de microorganismos mesofílicos aerobios viables, hongos, levaduras y en la identificación de microorganismos objetables presentes en la muestra.

### **MÉTODO DE CUENTA EN PLACA PARA LA DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS .**

#### **UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS.**

##### **BACTERIAS.**

Si se espera que un producto este altamente contaminado, diluirlo para que un mililitro tenga entre 30 y 300 UFC/ml (unidades formadoras de colonias). Realizar una suspensión de la muestra de un gramo en 10 ml de agua destilada y esterilizada. Sembrar un mililitro del producto diluido en dos cajas petri estériles, adicionar de 20 a 25 ml de medio de cultivo Agar soya-tripticosa, previamente fundido, esterilizado y enfriado a 45 °C. Mezclar con movimientos rotatorios, solidificar a temperatura ambiente incubar durante 24, 48 y 72 horas a una temperatura de 37 °C, contar el número de UFC que se desarrollen en cada caja, hacer un promedio de estos resultados y reportar número de UFC por gramo de muestra; sino se observa crecimiento reportar menos de 10 UFC por miligramos de la muestra. El testigo de esta prueba consiste en colocar un gramo de diluyente en lugar de la muestra.

## MICROORGANISMOS PATÓGENOS

### HONGOS

Si se espera que un producto este altamente contaminado, diluirlo para que un mililitro tenga entre 5 y 10 UFC/ml (unidades formadoras de colonias).

Realizar una suspensión de un gramo de la muestra en 10 ml de agua destilada y esterilizada. Sembrar un mililitro del producto diluido en dos cajas petri estériles, adicionar de 20 a 25 ml de medio de cultivo Agar dextrosa-papa, previamente fundido, esterilizado y enfriar a 30 °C. Mezclar con movimientos rotatorios, solidificar a temperatura ambiente incubar durante 5 a 7 días a una temperatura entre 20 y 25 °C, contar el número de UFC que se desarrollen en cada caja, hacer un promedio de estos resultados y reportar número de UFC por gramo de muestra. El testigo de esta prueba consiste en colocar un gramo de diluyente en lugar de la muestra.

### IDENTIFICACIÓN DE *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*.

Colocar un gramo de la muestra en 10 ml de caldo de soya-tripticaselna mezclar e incubar la muestra durante 24 horas a una temperatura de 37 °C. Tomar un inocuo de cultivo anterior y sembrar por estria cruzada en agar sal manitol para *Staphylococcus aureus* y agar cetrimida para *Psuedomonas aeruginosa*, incubar durante 24 horas a una temperatura de 37 °C y observar la morfología colonial del desarrollo obtenido y compararlas con la siguiente tabla:

Microorganismo	Medio de cultivo	Morfología Colonial	Tinción de Gram
<i>P. aeruginosa</i>	Agar cetrimida	Colonias verde-azul con luz ultravioleta se observan de color verdoso.	Bacilos negativos
<i>S. aureus</i>	Agar sal manitol	Colonias amarillas rodeadas de una zona amarilla.	Cocos positivos (en racimo)

**IDENTIFICACIÓN PARA *Salmonella sp.***

Colocar un gramo de la muestra en 10 ml de caldo lactosado mezclar e incubar la muestra durante 24 horas a una temperatura de 37 °C. Si se observa crecimiento tomar un inocuo de un ml de cultivo anterior y sembrar en 10 ml de caldo cisteina-selenico, incubar durante 24 horas a una temperatura de 37 °C. Si se observa crecimiento en el caldo de cultivo, tomar una muestra y aislar por estría cruzada en agar verde brillante y agar sulfito de bismuto, incubar durante 24 horas a 37 °C. y observar la morfología colonial del desarrollo obtenido y compararlas con la siguiente tabla:

Medio de cultivo	Morfología Colonial	Tinción de Gram
A. Verde brillante	Colonias pequeñas transparentes incoloras, rosas o blancas opacas frecuentemente rodeadas de una zona rosa o roja.	Bacilos negativos
A. Sulfito de bismuto	Colonias negras o verdes.	Bacilos negativos.



## **6.3. CONTROL DE CALIDAD**

### **6.3.1 . CONTROL DE CALIDAD PARA EL TALCO**

El talco es un silicato de magnesio hidratado natural, que algunas veces contiene pequeñas cantidades de silicato de aluminio.

#### Descripción

Polvo cristalino muy fino, blanco o blanco grisáceo. Untuoso al tacto, se adhiere con facilidad a la piel y se encuentra libre de arenilla.

#### Ensayo de Identidad

Mezclar 200 miligramos de carbonato de sodio anhidro y 2 gramos de carbonato de potasio anhidro. Calentar la mezcla en un crisol de platino hasta fundirla completamente, a la mezcla fundida agregar 100 miligramos de la muestra y continuar calentando hasta fusión completa. Enfriar y pasar la mezcla fundida a un vaso de precipitado con la ayuda de 50 ml de agua caliente; agregar ácido clorhídrico, hasta que no se produzca efervescencia y agregar un exceso de 10 ml del mismo ácido. Evaporar en baño de vapor hasta sequedad, enfriar y agregar 20 ml de agua, hervir la mezcla y filtrar; queda un residuo insoluble de sílice. Disolver en el filtrado 2 gramos de cloruro de amonio, agregar 5 ml de solución 6 N de hidróxido de amonio y agregar solución de referencia de fosfato de sodio dibásico. Se separara un precipitado cristalino, blanco de fosfato de amonio y magnesio.

#### Pérdida por Ignición

Este procedimiento tiene la finalidad de determinar el porcentaje de la muestra en estudio que se volatiliza bajo condiciones específicas. El procedimiento, tal como se aplica, no destruye la sustancia en estudio, sin embargo, la sustancia puede ser transformada.

Colocar en un crisol tarado un gramo de la muestra, calentar la muestra del crisol hasta calcinar al rojo vivo, por intervalos de un hora hasta peso constante. Al concluir cada calcinación dejar enfriar el crisol en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente y pesar.

### Sustancias Solubles en Ácido

Digerir un gramo de la muestra con 20 ml de solución 3 N de ácido clorhídrico a 50 °C durante 15 minutos; agregar agua hasta el volumen original, mezclar y filtrar. A 10 ml del filtrado agregar un ml de solución 2 N de ácido sulfúrico, y evaporar hasta sequedad e incinerar hasta peso constante.

### Sustancias Solubles en Agua

Hervir 10 gramos de la muestra con 50 ml de agua, durante 30 minutos; agregar agua de vez en vez para reponer el volumen original y filtrar. El filtrado es neutro al papel tornasol. Evaporar la mitad del filtrado hasta sequedad y desecar el residuo a 105 °C durante una hora; el peso del residuo es no más de 5 mg.

### Fierro soluble en Agua

Acidificar ligeramente con ácido clorhídrico la otra mitad del filtrado del ensayo anterior y agregar un ml de solución de referencia de ferrocianuro de potasio. El líquido no adquiere coloración azul.

### Límites Microbianos

Realizar de la misma forma que para la materia prima de Orthotera Acrididea para UFC en bacterias y hongos.

### Arsénico y Metales Pesados.

Solución de la muestra. Pesar 10 gramos de la muestra a un matraz cónico, al agregar 50 ml de solución 0.5 N de ácido clorhídrico; conectar el matraz a un condensador de reflujo y calentar en un baño de agua durante 30 minutos, enfriar, pasar la mezcla a un vaso de precipitado y dejar sedimentar la materia insoluble. Decantar el líquido sobre nadante pasándolo a través de un papel filtro de porosidad media, recibiendo el filtrado en un matraz volumétrico de 100 ml. Retener lo más posible de la materia insoluble en el vaso de precipitado. Lavarla con 3 porciones de 10 ml de agua caliente, decantando cada lavado en el papel filtro y reuniéndolo con el filtrado en el matraz, finalmente lavar el papel filtro con 15 ml de agua caliente. Enfriar el filtrado a temperatura ambiente, diluir con agua el volumen y mezclar. Emplear esta solución para las pruebas siguientes:

### Arsénico

Esta prueba se basa en la secuencia de dos reacciones únicas cuantitativas llevadas a cabo bajo condiciones establecidas, a partir de arsénico en un producto dado. La primera es en presencia de hidrógeno y en la segunda reacciona con una solución de dietildiocarbamato de plata, formando un compuesto colorido, el cual es valorado por espectrofotometría.

A 10 ml la preparación de la muestra como se indico anteriormente para arsénico y a la solución de referencia\*, agregar 20 ml de solución 7 N de ácido sulfúrico, 2 ml de solución de prueba de yoduro de potasio y 0.5 ml de solución de prueba de cloruro estañoso concentrado acidificado y 1 ml de alcohol isopropilico, mezclar. Dejar reposar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Empacar la unidad depurada con dos porciones de algodón previamente impregnadas con solución saturada de acetato de plomo y secadas al vacío a la temperatura ambiente, dejando un pequeño espacio entre las dos porciones de algodón. Lubricar las juntas esmeriladas con una grasa adecuada para uso con disolventes orgánicos y conectar la unidad depurada al tubo de absorción por medio de una pinza. Transferir 3.0 ml de solución de prueba de dietildiocarbamato de plata al tubo de absorción. En caso necesario, usar el volumen mayor de la solución de prueba de dietildiocarbamato de plata exactamente medio, considerando la misma cantidad para la referencia, siempre y cuando el aparato lo permita. Agregar 3 gramos de zinc granular (malla No. 20) a la mezcla del matraz e inmediatamente conectar la unidad depuradora ensamblada al matraz generador, colocar el sistema en baño de agua manteniéndolo a una temperatura de 25 °C aproximadamente, permitir la formación y paso de hidrogeno por el sistema durante 45 minutos, para desarrollar el color, agitando el sistema ligeramente en intervalos de 10 minutos. Desconectar el tubo de absorción y la unidad depuradora del matraz generador, transferir la solución colorida de la muestra y de la referencia. Medir la soluciones en un espectrofotómetro a una longitud entre 535 y 540 nm.

\* Solución de referencia. Transferir 13.2 miligramos de trióxido de arsénico, previamente pulverizado y secado a 105 ° C durante una hora, a un matraz volumétrico de 100 ml, disolver en 0.5 ml de solución 1:5 (m/v) de hidróxido de sodio; neutralizar con solución 2 N de ácido sulfúrico y agregar 10 ml mas de solución del ácido y aforar con agua recién hervida y fría, mezclar. Conservar esta solución en refrigeración y usar dentro de un periodo no mayor a 30 días. Transferir un ml de la solución anterior a un matraz volumétrico de 100 ml, agregar 10 ml de la solución de ácido sulfúrico 2 N y aforar con agua recién hervida y friar, mezclar. Cada mililitro de esta solución contiene un microgramo de arsénico. Conservar esta solución en recipientes de vidrio con tapón esmerilado y usar dentro de un periodo no mayor a 3 días.

Para la preparación de la solución de referencia se mezcla 3 ml de la solución con 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, agregar igual cantidad de peróxido de hidrógeno al 30 % usado en la oxidación de la muestra, mezclar, calentar la solución hasta la formación de vapores fuertes, enfriar y agregar cuidadosamente 10 ml de agua. Evaporar nuevamente hasta aparición de humos abundantes, enfriar, diluir con agua a 35 ml y continuar como se indica en el procedimiento.

#### Prueba límite de metales pesados

Se basa en la reacción de las impurezas metálicas de una muestra, con ácido sulfhídrico en condiciones bien determinadas, y su posterior evaluación por comparación, contra solución de referencia de sulfuro de plomo a diferentes concentraciones.

A cada uno de los tubos que contiene la preparación de referencia\*, preparación de la muestra\*\* y la preparación del control\*\*\*, agregar 10 ml de solución de referencia de sulfuro de hidrógeno; mezclar dejar reposar durante 5 minutos y hacer la comparación observando los tubos de arriba hacia abajo sobre un fondo blanco. El color de la muestra es igual o menos obscuro que el de la solución de referencia de la solución de plomo y la intensidad del color de la preparación control es igual o mayor que el color de la preparación de referencia. Cuando el color de la preparación control es más clara que el color de la preparación de referencia de plomo. Utilizar otro método alternativo para la determinación de plomo.

Preparación de la solución saturada de sulfuro de hidrógeno. Burbujear ácido sulfhídrico en agua fría. Almacenar en botellas pequeñas, color ámbar, completamente llenas, en un lugar obscuro y frío. Esta solución debe tener un fuerte olor a ácido sulfhídrico.

\* Preparación de referencia. En un tubo Nessler de 50 ml colocar una alícuota de solución de referencia de plomo, que contenga 0.001 % de plomo y diluir con agua a 25 ml. Ajustar el pH entre 3.0 y 4.0 con una solución 1 M de ácido acético a y/o 6 M de hidróxido de amonio. Diluir con agua a 40 ml.

\*\* Preparación de la muestra. En un tubo Nessler de 50 ml, colocar 5 ml de la solución preparada para el ensayo como se indicó anteriormente, la cantidad en gramos de la sustancia a ser ensayada la cual se calcula por medio de la fórmula  $2.0/(1000 * L)$ ; en donde L corresponde al límite de metales pesados de 0.004 %. Ajustar el pH entre 3.0 y 4.0 con una solución 1 M de ácido acético a y/o 6 M de hidróxido de amonio. Diluir con agua a 40 ml.

\*\*\* Preparación del control. En un tubo Nessler de 50 ml colocar 25 ml de una solución preparada como se indico en la preparación de la muestra y agregar 2.0 ml de una solución de referencia de plomo. Ajustar el pH entre 3.0 y 4.0 con una solución 1 M de ácido acético a y/o 6 M de hidróxido de amonio. Diluir con agua a 40 ml.

° Solución de referencia de nitrato de plomo. Disolver 15.99 mg de nitrato de plomo en 10 ml de agua, a la que se ha agregado un ml de ácido nítrico, enseguida diluir en agua hasta 100 ml. Almacenar esta solución en recipientes de vidrio que no contengan sales solubles en plomo. Cada ml de esta solución contiene 100 microgramos de plomo.

Solución de referencia de plomo debe usarse recién preparada. Diluir 10 ml de la solución concentrada de nitrato de plomo con agua hasta 100 ml. cada mililitro de esta solución patrón, equivale a 10 microgramos de plomo. Cuando se compara 0.1 ml de la solución de referencia de plomo, con un gramo de la sustancia a analizar, ambos en el mismo volumen y se obtiene al final de la prueba un oscurecimiento igual, se concluye que la sustancia por analizar contiene una parte de plomo por millón de partes de la misma.

### **6.3.2. CONTROL DE CALIDAD PARA EL p-HIDROXIBENZOATO DE PROPILO**

Contiene no menos del 99.0 % y no más del 100.5 % de  $C_{10}H_{12}O_3$ . Calculado con referencia a la sustancia seca.  $PM=180.20$ .

#### Sustancia de referencia.

secar sobre gel de sílice durante 5 horas, antes de su uso.

#### Descripción.

Cristales pequeños incoloros o polvo blanco.

#### Solubilidad.

Fácilmente soluble en alcohol y en éter; ligeramente soluble en agua hirviendo; muy ligeramente soluble en agua.

### Ensayos de identidad.

A. Disolver 500 mg de la muestra en 10 ml de solución de referencia, de hidróxido de sodio y hervir durante 30 min. dejando evaporar la solución a un volumen aproximado de 5 ml. Enfriar la mezcla y acidificarla con ácido sulfúrico diluido, cuando esté fría filtrar para colectar el precipitado, lavarlo varias veces con pequeñas porciones de agua y secar en un desecador sobre gel de sílice. El ácido p-hidroxibenzoico así obtenido funde entre 213 y 217 °C.

B. Espectrofotometría de Infrarrojo. Se basa en la medición de la absorción de luz producida por la interacción de los grupos funcionales con energía radiante en el rango infrarrojo de la longitud de onda.

Técnica de la pastilla de bromuro de potasio. De 1 a 3 mg de muestra en polvo muy fino. Agregar de 300 a 400 mg de bromuro de potasio (previamente seco 5 hrs a 105 °C ) u otro material transparente a la radiación infrarroja, moler y mezclar. Colocar correctamente el polvo homogéneo en una matriz cilíndrica de acero inoxidable y comprimir con la prensa hidráulica con vacío durante 3 o 4 minutos. La presión requerida normalmente es de 1400 a 1762 Kg./cm x cm.

Procedimiento. Ajustar el aparato con el blanco a cero de absorbancia o 100 % de transmitancia, así con el ajuste de ganancia y de las rejillas, seleccionado una velocidad de barrido óptima. Colocar la pastilla o celda que contienen la sustancia de referencia en el soporte de la celda correspondiente al haz de la muestra colocando el blanco en las de referencia y proceder a registrar su espectro de absorción entre 4000 y 6225 cm<sup>-1</sup> (2.5 a 16 micras). Posteriormente registrar el espectro de absorción de la muestra en las mismas condiciones.

### Temperatura de fusión.

La temperatura de fusión es el intervalo de temperatura en el cual una sustancia sólida se funde completamente.

Colocar una pequeña porción de la muestra de p-Hidroxibenzoato de propilo en un aparato Fisher-Johns y observar la temperatura a la cual empieza a fundir tomando el registro.

### Valoración.

A un matraz transferir cerca de 2 g de la muestra de p-hidroxibenzoato de propilo, agregar 40 ml de solución 1.0 N de hidróxido de sodio y lavar con agua las paredes inferiores del matraz. Cubrir la boca de éste con un vidrio de reloj, hervir lentamente durante una hora y enfriar. Agregar 5 gotas de solución indicadora de azul de bromotimol y valorar el exceso de hidróxido de sodio con

solución 1.0 N de ácido sulfúrico hasta un pH de 6.6, igualando el color al de la solución reguladora de fosfatos, de pH 6.6, que contenga la misma porción del indicador. Efectuar una titulación en blanco. Cada ml de la solución 1.0 N de hidróxido de sodio consumido, es equivalente a 180.2 mg de p-hidroxibenzoato de propilo.

#### Índice de acidez.

El índice de acidez es la cantidad en miligramos de hidróxido de sodio para neutralizar los ácidos grasos libres en una muestra.

En 15 ml de agua a 80 °C calentar durante un minuto, 750 mg de la muestra enfriar y filtrar. El líquido filtrado es neutro o ácido en papel tornasol. A 10 ml del filtrado agregar 0.20 ml de solución 0.1 N de hidróxido de sodio y 2 gotas de solución indicadora de rojo de metilo dando una solución amarilla.

#### Perdida por secado.

La prueba se efectúa con 1 a 2 g de la muestra, previamente mezclada. Se coloca la muestra en un pesafiltros colocándose en una estufa de desecación a una temperatura de 230 °C secado sobre gel de sílice durante 5 hrs, pierde no más del 0.5 % de su peso.

### **6.3.3. CONTROL DE CALIDAD PARA LAS CÁPSULAS DE GELATINA DURA**

#### Cuenta total de microorganismos mesófilos aerobios.

Preparación de la muestra. Disolver 10 g de cápsulas en 10 ml de la solución reguladora de fosfatos pH=7.2 y agitar hasta que las cápsulas se humedezcan uniformemente, dejar reposar entre 8 a 10 °C durante una hora. Calentar en baño María a 45 °C durante 30 min. agitando constantemente transferir 10 ml con una pipeta volumétrica a un matraz aforado de 100 ml y llevar al aforo con solución reguladora de fosfatos pH=7.2 (dilución 1:1000). Transferir un ml de cada una de las tres diluciones de cuenta en placa, como se indica para bacterias totales, E. coli y Salmonella en el método del polvo de insectos.

Las cápsulas no deben contener mas de 1000 microorganismos por gramo y encontrarse libre de E. coli y Salmonella.

Pérdida al secado.

Pesar entre 1 a 2 gramos de cápsulas y secar por una hora en un estufa de desecación a 106 °C. Las cápsulas deben contener no menos del 12 % y no mas del 16 % de humedad.

## **6.4. PROCEDIMIENTO Y MANUFACTURA DE LAS CÁPSULAS**

I. Tamizar por malla número 60 150 gramos de polvo de insecto y 0.15 gramos de conservador, y por malla número 80 7.5 gramos de talco.

II. Mezclar el polvo de insecto, conservador y el talco, durante 15 minutos.

III. Colocar el polvo obtenido en el mezclado y retenerlo en cuarentena, tomando un muestra representativa para realizar las pruebas de control del producto a granel:

- velocidad de flujo
- ángulo de reposo
- densidad aparente
- humedad

IV. Mediante los resultados aprobatorios proceder a encapsular la mezcla en cuarentena a 500 miligramos en cápsulas de gelatina dura de número cero, considerando los siguientes parámetros para el control durante el proceso:

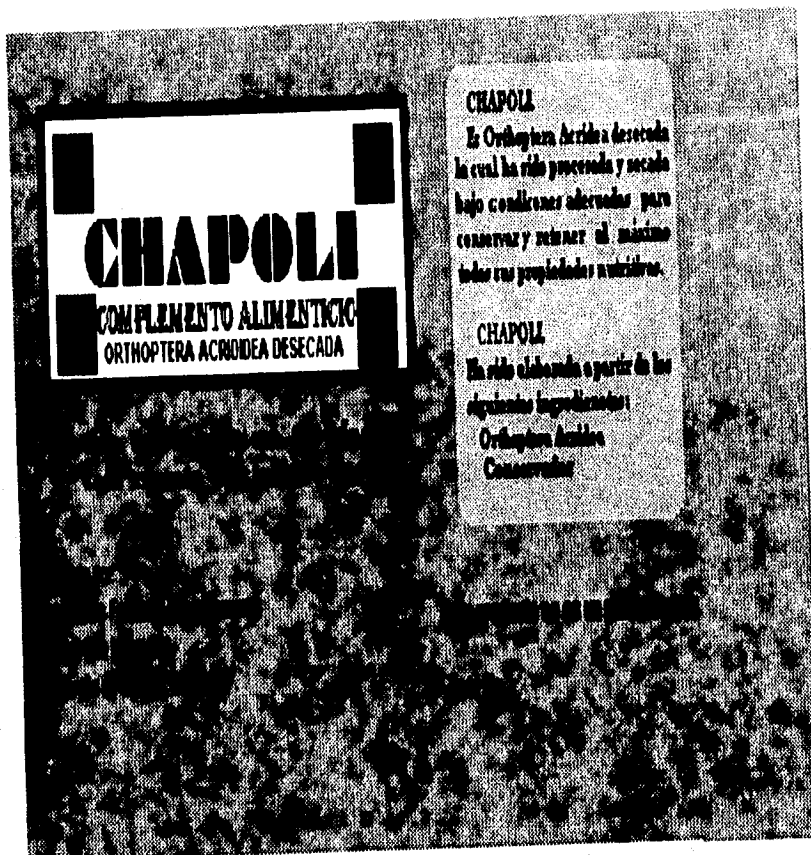
- variación de peso
- desintegración
- friabilidad

V. Si los resultados son aprobatorios proceder a condicionar el producto de la siguiente manera:

Colocar 100 cápsulas en un frasco ámbar de tapa de baquelita y algodón, en un contenedor con una etiqueta con todas las siguientes especificaciones del producto (11) (13) (14).



La etiqueta debe colocarse con las siguientes especificaciones:



## VII. RESULTADOS

### Polvo de Insecto

Contenido de proteínas	70.5 %	
Contenido de grasas	6.7 %	
Contenido de fibra bruta	4.0 %	
Contenido de Cenizas	10.9 %	
Contenido de sustancias no nitrogenadas	7.6 %	
Tamaño de partícula	Malla No. 60	
Conservación	Frasco transparente con rosca de baquelita	
<b>Límites Microbianos:</b>		
Bacterias	10 UFC/g	Pasa la prueba
Hongos	6 UFC/g	Pasa la prueba
<i>Staphilococcus aureus</i>	Ausente	Pasa la prueba
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ausente	Pasa la prueba
<i>Salmonella sp.</i>	Ausentes	Pasa la prueba

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**TALCO (deslizante)**

Descripción		Pasa la prueba
Ensayos de Identidad		Pasa la Prueba
Perdida por ignición	3.0 %	Pasa la prueba
Sustancias solubles en ácido	1.5 %	Pasa la prueba
Sustancias solubles en agua	3.5	Pasa la prueba
Fierro soluble en agua	Sin coloración	Pasa la prueba
Límites Microbianos	100 UFC.	Pasa la prueba
Arsénico	2.0 ppm	Pasa la prueba
Metales pesados	0.00087 %	Pasa la prueba
Plomo	0.00067 %	Pasa la prueba
Conservación	Recipiente cerrado con tapa de baquelita.	

**P-HIDROXI BENZOATO DE PROPILO (conservador)**

Contenido	99.78 %	Pasa la prueba
Solubilidad		Pasa la prueba
Ensayos de identidad	A.	Pasa la prueba
	B	No se realizo
Temperatura de fusión	97 °C.	Pasa la prueba
Índice de acidez		Pasa la prueba
Perdida por secado	0.045 %	Pasa la prueba
Conservación	Recipiente cerrado con tapa de baquelita.	

## CÁPSULAS

Límites Microbianos	Libre de <i>E. Coli</i>	Pasa la prueba
	<i>Salmonella sp.</i>	Pasa la prueba
Perdida al secado	13 %.	Pasa la prueba

## PRODUCTO A GRANEL

Humedad	12 %	Pasa la prueba
Ángulo de reposo	35 °	Pasa la prueba
Velocidad de Flujo	30 g/s	Pasa la prueba
Densidad aparente	1g/1.5 ml	Pasa la prueba

## PRODUCTO TERMINADO

Uniformidad de Contenido	0.4972 mg	Pasa la prueba
Desintegración	3.5 minutos	Pasa la prueba
Friabilidad	0.0 %	Pasa la prueba

## VIII. ANALISIS DE RESULTADOS

Con los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos podemos establecer que la *Othoptera Acrididea Sphenarium purpurances Ch.* en un concentrado proteínico de origen natural, ya que cuenta con un 70.5 % de proteínas en base seca y esto rebasa al 60 % que se requiere (reportado en la literatura) para ser un concentrado proteínico. Obteniendo también como resultados que el la fibra cruda un 4.0 % con esto podemos establecer que el alimento es bastante digerible por su baja concentración de esta; también cuenta con una baja concentración de grasas 6.7 % y sustancias no nitrogenadas 7.6 %, por otra parte un contenido de cenizas del 10.9 % lo cual nos indica su alto contenido en minerales.

Observamos también que el producto no contiene ningún microorganismo patógeno como: *Staphilococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y coliformes cumpliendo con las especificaciones establecidas en el área farmacéutica y alimenticia.

El control de calidad realizado a los excipientes: deslizante, conservador y cápsulas, fue satisfactorio ya que cumple con todas las especificaciones establecidas por la farmacopea para cada uno de ellos, con esto son aceptados para la producción de cápsulas de gelatina dura.

Las características del producto agranel establece que la mezcla de cada uno de los componentes para las cápsulas se encuentra en las proporciones indicadas, dado el buen resultado de las pruebas de reología de polvos realizada y con esto no se presento ningún problema en el proceso de capsulación.

Por último el análisis de control de calidad realizado al producto terminado, resultando bastante satisfactorio en las tres pruebas elaboradas, en la desintegración solo se obtuvo un tiempo de 3.5 minutos con lo cual se establece que el polvo se encuentra rápidamente libre en el tracto gastrointestinal disponible para el proceso de hidrólisis y absorción de los nutrientes.

## IX. CONCLUSIONES

De acuerdo los resultados obtenidos se desarrolló una formulación farmacéutica de un complemento alimenticio, a partir de *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens Ch.* la cual es una fuente alternativa de alimentación.

Mediante los análisis correspondientes se encontró que los insectos de *Orthoptera Acrididea Sphenarium purpurancens Ch.* contiene un alto valor proteínico y de alta calidad ya que éste cuenta con más del 60 % de proteínas, por lo cual se le considera como un concentrado proteínico.

Considerando también que no se encontró dentro del polvo ningún tipo de microorganismo que cause algún daño al ser humano.

Con esto se logró desarrollar las cápsulas de gelatina dura con solo dos excipientes; el talco como deslizante y p-hidroxibenzoato de propilo como conservador.

## **X. BIBLIOGRAFÍA**

1. Ramos-Elorduy, Julieta. "Los Insectos Comestibles en el México Antiguo". A.G.T.; México, D.F. 1989.
2. Ramos-Elorduy de Conconi, Julieta "Los Insectos como Fuente de Proteínas en el Futuro". Limusa; México, D.F. 1982.
3. "Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos". 5a edición; Secretaria de Salud; México, D.F. 1988.
4. "The United States Pharmacopeia; XX; USA. 1980.
5. "Diccionario de Especialidades Farmacéuticas". 40a edición; PLM. México, D.F. 1994.
6. Fisher B. Sc., Patty. "Valor Nutritivo de los Alimentos" . Limusa ; México, D.F. 1978. 17-23, 69-86.
7. Gibney, J. Michael. "Nutrición y Salud". Acribia; Barcelona, España. 1990. 11-23.
8. Hamm, Michael. "Alimentación para Deportistas". Medici; Barcelona, España. 1990. 1-30.
9. Desrosier, Norman W. "Conservación de Alimentos" Continental; México, D.F. 1986. 45-62, 157-193.
10. Lowenberg, Mariam C. "Los Alimentos y el Hombre". Limusa; México, D.F. 1970. 245-302.
11. Banker, Gibert. S. "Modern Pharmaceutics". Marcel Dekker. Inc.; New York, USA. 1989. 361-366, 408-412.
12. Carstensen, Jens Thuro. "Solid Pharmaceutics: Mechanil Propertics and Rate Phenamna". Academic Press; New York, USA. 1980.

13. Lachman, Leon Ph. D. "The Theory and Practice of Industrial Pharmacy". 3a. Lea and Febiger, Philadelphia, USA. 1986. 374-398, 410-412.

14. Remington. "Farmacia". 17a. edición; Panamericana; Buenos Aires, Argentina. 1987.

15. Hayes, R.P. "Microbiología e Higiene de los Alimentos". Acribia; Zaragoza, España 1993.

16. Lück, Erich Phil. "Conservación Química de los Alimentos" Acribia; Zaragoza España 1991.

17. Hart, F. Leslie A.M. "Análisis Modernos de Alimentos" Acribia; Zaragoza, España 1984. 1-55.

18. Wigglesworth, V.B. "Fisiología de los Insectos". Acribia; Zaragoza, España. 1978. 74-78.

19. Storer, Troy Y. "Zoología". 6a. edición; Omega; Barcelona, España 1982. 588-597.

20. Badui, Salvador Derget. "Química de los Alimentos". Alhambra; México, D.F. 1986. 120-135.

21. Burrows, J. "Tratado de Microbiología". Interamericana; México, D.F. 1974. 261-266.

22. Orten, J. Amesm. "Bioquímica Humana". 10a. edición; Panamericana; Buenos Aires, Argentina. 1984. 340-395.

23. Muller, H.G. "Nutrición y Ciencia de los Alimentos". Acribia; Zaragoza, España. 1990. 16-21.

24. Taylor, Geoffrey. "Nutrición y Salud". Omega; Barcelona, España. 1983.

25. "El Manual Merck". 7a. edición; Merck Sharp and Dohme International. México, D.F. 1985. 810-822.