



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

**FUENTES POTENCIALES DE ALIMENTOS Y
PROTEÍNAS: CHAPULINES**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

PRESENTA

ABILENE CECILIA MEDRANO ALONSO

ASESORA DE TESINA:

**MAESTRA EN CIENCIAS. ROSA MARÍA GARCÍA
MARTÍNEZ**



Morelia, Mich. Abril 2015

ÍNDICE GENERAL

I. OBJETIVOS.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III.MARCO TEÓRICO	4
Capítulo 1. Situación Nutricional En México.....	4
1.1.Producción Alimentaria.....	4
1.1.1. Tasa De Crecimiento Poblacional	4
1.1.2. Políticas Alimentarias	6
1.2.Demanda De Nutrientes	7
1.3.Situación Económica	9
Capítulo 2. El Chapulín	11
2.1.Introducción	11
2.2.Ficha Técnica	11
2.3.Distribución.....	12
2.4.Descripción Biológica/ Ciclo De Vida.....	13
2.5.Principales Consumidores De Chapulines	16
2.6.Riesgos Al Consumir Chapulines	17
2.7.Conservación De La Biodiversidad.....	17
2.8.El Chapulín Como Depredador.....	18
Capítulo 3. Chapulines En La Alimentación	19
3.1.Generalidades	19
3.2.Entomofagía	19
3.3.Obtención Y Uso De Los Chapulines	20
3.3.1. Recolección.....	20
3.3.2. Uso De Los Chapulines.....	20
3.4.Consumo De Chapulines.....	21
3.5.Valor Nutritivo	21
3.5.1. Proteínas.....	21
A. Aminoácidos Y Sus Funciones.....	22
B. Funciones De Aminoácidos Esenciales En <i>S. Purpurascens</i>	22

3.5.2. Sales Minerales.....	23
3.5.3. Vitaminas	24
3.5.4. Calorías.....	25
3.6. Procesamiento De Los Chapulines	26
3.6.1. Destino	26
3.6.2. Promoción	27
Capítulo 4. Proteínas.....	28
4.1. Evaluación Proteica.....	28
4.1.1. Requerimiento Proteico.....	28
4.1.2. Digestión Proteica	29
4.2. Valor Biológico De Las Proteínas.....	31
4.2.1. Clasificación Química De Las Proteínas	32
A. Proteínas Simples	32
B. Proteínas Conjugadas	34
4.2.2. Utilización Neta De Proteinas (Upn).....	34
4.3. Suplementación.....	35
Capítulo 5. Nuevas Tendencias En Alimentación.....	38
5.1. Nuevo Alimento	38
5.1.1. Factores Que Influyen En Los Nuevos Alimentos	38
5.2. Insectos Comestibles	39
5.2.1. Jumiles (<i>Euschistus Taxcoensis</i>)	39
5.2.2. Escamoles.....	41
5.2.3. Lombriz (<i>Eisenia Fetida</i>)	42
5.2.4. Chapulines	44
IV. CONCLUSIONES	46
V. REFERENCIAS.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento poblacional en los años 1990, 2000 y 2010.	5
Figura 2. Distribución de <i>Sphenarium purpurascens</i> en México.	12
Figura 3. Transformación de los chapulines de acuerdo a su edad.....	14
Figura 4. Chapulín <i>Sphenarium purpurascens</i> adulto.	14
Figura 5. Vista lateral de <i>Sphenarium purpurascens</i> . A) Macho, B) Hembra.	15
Figura 6. Proceso de digestión proteica en el tubo digestivo humano	30
Figura 7. Proteína fibrosa. Cox y Nelson, 2007.....	32
Figura 8. Proteína globular. Co y Nelson, 2007.	33
Figura 9. Jumil. Alonso Aldrete, 2014.	40
Figura 10. Escamoles con hormigas. Pérez, 2012.....	41
Figura 11. Lombriz <i>Eisenia fetida</i> . Schuldt, 2009.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variaciones provocadas por el incremento poblacional.	6
Tabla 2. Gasto energético del organismo humano.....	7
Tabla 3. Requerimiento promedio de energía para niños de 1 a 10 años.....	8
Tabla 4. Requerimiento promedio de energía adolescentes de 10 a 18 años. ...	8
Tabla 5. Requerimiento promedio de energía para hombres de 18 a 30 años. ...	9
Tabla 6. Requerimiento promedio de energía para mujeres de 18 a 30 años. ...	9
Tabla 7. Días de vida en cada etapa de un chapulín (INIFAP, 2010)	16
Tabla 8. Minerales Presentes en <i>Sphenarium purpurascens</i>	23
Tabla 9. Aportación de vitaminas en <i>Sphenarium purpurascens</i>	25

RESUMEN

La presente tesina, muestra mediante recopilación bibliográfica, un análisis general de la situación actual en México en cuanto a la población y economía y de forma particular en la situación alimenticia, basándose principalmente en deficiencia proteica que se puede disminuir mediante la alimentación a base de chapulines, específicamente, del genero *Sphenarium purpurascens* que es el ortóptero más abundante en México y presenta altas tasas de reproducción lo cual facilita su captura para auto alimentación, almacenamiento o exportación, lo cual traería mejoras económicas en familias de bajos recursos.

Se expone un listado de objetivos que tienen una misma finalidad, que es el hecho de orientar a las familias sobre el alto contenido de nutrientes en dicho insecto para disminuir índices de desnutrición y enfermedades causadas por falta de proteínas. En el primer capítulo se hace notar la situación nutricional en México, haciendo énfasis en la deficiencia que existe en zonas rurales en cuanto a economía, producción y alimentación ya que normalmente, las ayudas o programas dedicados a mejorar la nutrición no tienen mayor impacto en estas zonas. El segundo capítulo refiere al chapulín y la forma de obtenerlo, tanto su ciclo de vida como la forma de ser capturado y los riesgos que se corren al consumirlos, capturarlos o dejarlos libres. En el tercer capítulo se puede analizar de forma muy completa su valor nutritivo en cuanto a aminoácidos, vitaminas, sales minerales y calorías, así como la importancia que tiene el chapulín en la alimentación, ya que es potencialmente nutritivo además, puede traer mejoras económicas. En el cuarto capítulo se realiza un análisis general de las proteínas y los suplementos alimenticios. En el quinto y último capítulo se presentan nuevas tendencias en la alimentación, para lo cual se enlistan recetas de cocina a base de insectos diversos que pueden captar la atención de la población para ser ingeridos. Finalmente se redactan las conclusiones a las que se llegaron con la investigación.

PALABRAS CLAVE: PROTEINAS CHAPULINES NUTRIENTES ENTOMOFAGIA S. PURPURASCENS

ABSTRACT

The present work shows through bibliography, a general analysis of the current situation in Mexico in terms of population and economy and particularly in the food situation, based primarily on protein deficiency which can be reduced through the feeding of grasshoppers , specifically the genus *Sphenarium purpurascens* is the most abundant in Mexico Orthoptera and has high rates of reproduction which facilitates their capture, storage or export, which would bring economic improvements in low-income families.

There is exposed a list of aims that have the same purpose, which is the fact of orientating to the families on the high contained of nutrients in the above mentioned insect to diminish indexes of malnutrition and diseases caused for lack of proteins. In the first chapter points out the nutritional situation in Mexico, emphasizing the deficiencies that exist in rural areas in economy, production and supply because normally, aid or programs dedicated to improving nutrition have no greater impact on these areas. The second chapter concerns the grasshopper and how to obtain both their lifecycle as how to be captured and risks incurred to consume, capture or release them. In the third chapter can be analyzed in a comprehensive nutritional value in terms of amino acids, vitamins, minerals and calories as well as the importance of the grasshopper in food, as it is potentially nutritious, can bring economic improvements. In the fourth chapter a general analysis of protein and dietary supplements is performed. In the fifth and final chapter presents new trends in food, for which recipes are listed based on various insects that can capture the attention of people to be ingested. Finally the conclusions are written to those who came near with the investigation.

I. OBJETIVOS

GENERAL

Orientar a las familias mexicanas para evitar índices de desnutrición por falta de nutrientes como las proteínas, que se pueden obtener fácilmente de insectos tan comunes como son los chapulines (*Sphenarium purpurascens*).

PARTICULARES

1. Identificar la situación socioeconómica de habitantes del Estado de Michoacán basándonos en el resultado de estadísticas publicadas por instituciones gubernamentales.
2. Analizar el requerimiento nutricional de habitantes de distintas edades de acuerdo a las actividades que estos desempeñen.
3. Informar a la población sobre la reproducción, elaboración y alto contenido de proteínas en los chapulines para fomentar su consumo con la finalidad de generar más ingresos además de complementación alimenticia.

II. JUSTIFICACIÓN

A pesar de los avances científicos, tecnológicos y alimenticios, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) (2012) la desnutrición sigue siendo un problema presente entre los habitantes de ciertos lugares, estando la República Mexicana en el lugar número 18 en desnutrición crónica entre 101 naciones, además, destaca que en nueve entidades el nivel de desnutrición es mayor al promedio nacional, entre éstas sobresalen Chiapas, Guerrero y Oaxaca con 31.4, 23.7 y 20.7%, respectivamente. En tanto, los indicadores más bajos los tiene Sonora, Colima y Baja California Sur.

Por otra parte, los mayores retrocesos en desnutrición crónica los registra el estado de Tamaulipas, seguido por Tlaxcala, Nuevo León, Chihuahua, Colima, Puebla, Baja California, Zacatecas, Nayarit, el Distrito Federal y Aguascalientes, dichos casos de desnutrición se ven marcados en la zona sur y las cifras siguen siendo alarmantes en algunos sectores de la población puesto que la desnutrición crónica es de 7.25% en las poblaciones urbanas, y la cifra se duplica en las rurales. Esta situación ha traído como consecuencia diversos padecimientos como es la anemia, descalcificación, enfermedades digestivas, baja de defensas y deficiencias metabólicas tanto en adultos como en menores y el riesgo de que un niño o niña indígena se muera por diarrea, desnutrición o anemia es tres veces mayor que entre la población no indígena.

Esta postura se debe a la situación económica y/o la dificultad para tener acceso a alimentos nutritivos así como a la falta de información sobre las fuentes de proteínas y potentes nutrientes que existen y que están al alcance de todos sin necesidad de mayor inversión ni procesamiento.

Después de recolectar información a través de libros, revistas y artículos científicos se hace notar que la entomofagia es una práctica que se podría implementar en un futuro para satisfacer las necesidades nutricionales. Los chapulines, *Sphenarium purpurascens*, han sido vistos tradicionalmente como depredadores por los agricultores, pero los beneficios que este insecto puede generar son cruciales, ya que pueden ser un alimento con un alto aporte proteico y un bajo contenido en grasas.

En general, el país ha mostrado altos indicios de desnutrición acompañados de enfermedades que se pueden evitar de una forma fácil, una de ellas es la educación nutricional, ya que, si las personas tienen acceso a este tipo de información, esto les abrirá un amplio panorama de opciones alimenticias ricas en nutrientes y a bajos costos, ya que todo ser humano, sea cual sea su actividad diaria, requiere un aporte nutricional para desarrollarse.

Además del aporte nutricional que los chapulines tienen, de estos mismos se puede tener un aporte monetario y generar una fuente de trabajo potente para mejorar la calidad de vida, ya que estos insectos se encuentran más en zonas rurales que casualmente, son las mismas zonas que presentan mayor indicio de desnutrición, es por ello, que el acceso a la información puede ampliar su oportunidad de desarrollo mediante la distribución de dicho insecto.

La presentación de platillos y postres exquisitos podrían ser la entrada para la aceptación de este insecto, el cual ayudaría indudablemente a la nutrición tanto de niños como de personas adultas y para esto, la presentación del platillo e información sobre el consumo es lo que podría causar mayor interés, aceptación y por ende, mayor consumo y disminución de casos de anemia.

III. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1. SITUACIÓN NUTRICIONAL EN MÉXICO

1.1. PRODUCCIÓN ALIMENTARIA

La situación de la seguridad alimentaria y nutricional en México presenta un panorama complejo y de contrastes entendiéndose que "existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana". El país dio un paso trascendental al elevar a rango constitucional el derecho a la alimentación con la reforma a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 2011. [7]

Es importante mencionar que más de la cuarta parte de los mexicanos tiene acceso deficiente a la alimentación; la desnutrición infantil ha disminuido entre 1988 y 2012, sin embargo, casi 14 de cada 100 pre-escolares tienen baja talla para la edad, indicador de desnutrición crónica, lo que representa casi 1.5 millones de menores de cinco años, por otra parte, el sobrepeso y obesidad en niños, adolescentes y adultos se ha convertido en un problema de salud pública. [7]

El impacto del alza de los precios en el acceso a los alimentos puso en la agenda nacional la cuestión de la seguridad alimentaria. La preocupación por la desigualdad y la insuficiencia de ingresos o producción para un número importante de mexicanos para tener acceso a los alimentos en calidad y cantidad en la ciudad y en el campo seguramente serán clave para el diseño de una política alimentaria nacional, y que tenga como eje la seguridad alimentaria de los hogares y las personas y una definición estratégica sobre el abastecimiento de los alimentos. [7]

1.1.1. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

La demanda de alimentos ha aumentado y se ha diversificado como resultado tanto del crecimiento demográfico como del incremento en el consumo por personas asociado al crecimiento económico. A medida que aumenta el ingreso de los hogares, se expande primero la cantidad de lo que se come, principalmente cerea-

les, raíces, tubérculos y legumbres. Después se empieza a sustituir esa dieta por otra con alimentos más ricos en energía, como carnes, aceites vegetales y azúcar. La tendencia es a una convergencia y adaptación de la dieta, con más exigencias en calidad e inocuidad. [38]

México crece a un ritmo promedio de 1.3 millones de habitantes al año, lo que implica que pasaremos, de aproximadamente 118 millones en 2014, a casi 124 millones al finalizar la presente administración, la cual culmina en el año 2018. [11]

En la Figura 1 se muestran tablas comparativas del crecimiento poblacional anual en México del año 1990, 2000 y 2010 de la población total por sexo y así mismo como han variado distintos parámetros por esta situación. [38]

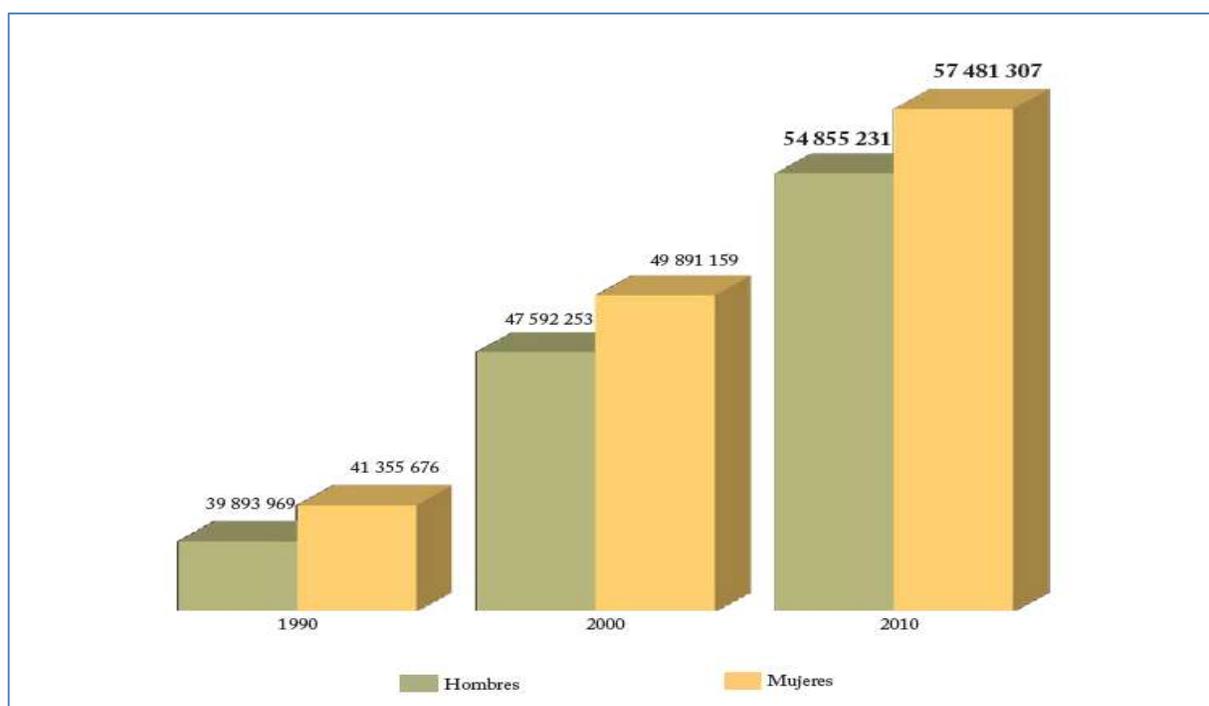


Figura 1. Crecimiento poblacional en los años 1990, 2000 y 2010. (FAO 2013).

Del total de residentes en México en 2010, se contabilizaron 54,855,231 hombres (48.8%) y 57,481,307 mujeres (51.2%), lo que significa que hay 95 hombres por cada 100 mujeres, índice similar al registrado en el año 2000, pero menor al obtenido en el censo de 1990 donde se estimó una relación de 96 hombres por cada 100 mujeres. [38]

La tasa de crecimiento poblacional provoca diversas variaciones en parámetros sumamente importantes para el desarrollo del país (Tabla 1).

Tabla 1. Variaciones provocadas por el incremento poblacional.

México	2011	2012	2013
Crecimiento PIB* (producto interno bruto)	4.1	3.8	3.0
Inflación Consumidor	3.8	3.7	3.8
Tasa de interés de referencia	4.5	4.5	4.5

Félix, 2012

1.1.2. POLÍTICAS ALIMENTARIAS

México tiene una larga historia de implementación de programas y políticas orientadas a mejorar la nutrición de grupos vulnerables. A pesar de ello, la desnutrición constituye uno de los retos de salud pública más importantes en México.

Los programas y políticas alimentarios en México guardan una estrecha relación con la estabilidad nacional a partir de la Revolución de 1910, motivada en parte por una fuerte demanda de repartición de tierras, que se tradujo en la adopción de una política agraria que atendió en cierta medida dicho problema. Por varias décadas el Estado procuró mantener su dominio y permanencia instrumentando de forma moderada políticas redistributivas, entre las cuales se encontraron diversos proyectos de reforma agraria. Sin embargo, las medidas que se tomaron nunca fueron suficientes ni tuvieron un impacto significativo en el desarrollo de las zonas rurales de extrema pobreza; además, crearon dificultades entre el Estado y los grupos de poder locales, por lo cual, éste optó por generar mecanismos distributivos (como diversos tipos de subsidios) para mejorar el bienestar social, contener la demanda por aumentos al salario mínimo, mantener su legitimidad y al mismo tiempo evitar confrontaciones con grupos de poder. ^[4]

De los programas de distribución de alimentos, en México, se han probado prácticamente todas las modalidades, desde un sistema de subsidio a los consumidores (que va de los programas de desayunos escolares a la creación de la

Compañía Nacional de Subsistencias Populares Conasupo), hasta un sistema de subsidios a los productores; asimismo, son diversas las agencias que han estado involucradas en él. Sin embargo, se benefició sobre todo a poblaciones de zonas urbanas, mientras las poblaciones rurales marginales recibieron beneficios en una proporción menor.

En la actualidad, las políticas sociales tienen como propósito desarrollar las capacidades de las personas. Al mismo tiempo, la evaluación de resultados para medir su impacto en la población, objetivo que ha adquirido suma importancia. [4]

1.2. DEMANDA DE NUTRIENTES

Las necesidades nutricionales son las cantidades de energía y nutrientes esenciales que cada persona requiere para lograr que su organismo se mantenga sano y pueda desarrollar sus variadas y complejas funciones. Éstas dependen de diversos factores como la edad, sexo, actividad física y estado fisiológico de la persona. La energía y los nutrientes son aportados por los alimentos. En la tabla 2 se muestra la distribución aproximada del gasto energético en nuestro organismo.

Tabla 2. Gasto energético del organismo humano

Se gasta en:	%
Metabolismo basal*	60%
Actividad física	30%
Digestión y absorción	10%

FAO: Manejo de Proyectos de Alimentación y Nutrición en Comunidades.

*El metabolismo basal es el conjunto de procesos que constituye los intercambios de energía en reposo como la respiración y la circulación sanguínea.

El gasto de energía va a depender de múltiples factores, como edad, sexo y estado fisiológico de la persona, en las Tablas 3, 4, 5 y 6 se observan los requerimientos nutricionales de acuerdo a los factores antes mencionados. [10]

Tabla 3. Requerimiento promedio de energía para niños de 1 a 10 años.

EDAD (años)	NIÑAS (Kcal/día)	NIÑOS (Kcal/día)
1-2	1.140	1.200
2-3	1.310	1.410
3-4	1.440	1.560
4-5	1.540	1.690
5-6	1.630	1.810
6-7	1.700	1.900
7-8	1.770	1.990
8-9	1.830	2.070
9-10	1.880	2.150

Tabla 4. Requerimiento promedio de energía para adolescentes de 10 a 18 años.

EDAD (años)	MUJERES (Kcal/día)	VARONES (Kcal/día)
10-11	1.910	2.140
11-12	1.980	2.240
12-13	2.050	2.310
13-14	2.120	2.440
14-15	2.160	2.590
15-16	2.140	2.700
16-17	2.130	2.800
17-18	2.140	2.870

Tabla 5. Requerimiento promedio de energía para hombres de 18 a 30 años.

PESO (kg)	Sedentario	Actividad Ligera	Actividad moderada	Actividad intensa
60	2250	2500	2850	3150
65	2350	2600	3000	3300
70	2450	2700	3150	3500
75	2550	2800	3300	3650
80	2650	2950	3400	3800

Tabla 6. Requerimiento promedio de energía para mujeres de 18 a 30 años.

PESO (kg)	Sedentario	Actividad Ligera	Actividad moderada	Actividad intensa
50	1700	1850	1950	2200
55	1800	1950	2100	2350
60	1900	2050	2200	2500
65	2000	2150	2300	2600
70	2100	2250	2450	2750

El organismo obtiene la energía de los nutrientes como las grasas, carbohidratos y proteínas, los cuales provienen de alimentos de origen animal y vegetal. ^[5]

1.3. SITUACIÓN ECONÓMICA

El bienestar de la población experimenta una ola simultánea de vulnerabilidad y escasas expectativas que cruza a las naciones desarrolladas y rompe el ciclo de reducción de la pobreza en ciertas regiones que venían creciendo con dinamismo, al tiempo que subraya el estancamiento y limita las posibilidades de crear satisfactores básicos para la mayoría de la población en los países de menor desarrollo. A mediados de 2009, se han advertido indicios aislados de reactivación que apuntan, en el mejor de los casos, hacia una recuperación económica lenta, prolongada y desigual. La situación del desempleo no ha cesado en general, y es de agravarse.

Los indicadores económicos para México y el mundo generados por los análisis de diversos organismos internacionales confirman que es preocupante la situación en el corto y mediano plazos. El Fondo Monetario Internacional Producto Interno Bruto (PIB) estima una contracción de la economía mexicana de 7.3% en 2009 y de 1.4% para la economía mundial. El Banco de México estima una caída de entre 6.5 y 7.5% en el PIB nacional para este año y no se puede descartar que tenga que volver a revisar a la baja su pronóstico. Hay estimaciones no oficiales que señalan una reducción de entre 8.5 y 9.5 por ciento.

La Secretaria de Hacienda y Crédito Público indicó que, en el cuarto trimestre de 2011, el PIB tuvo una tasa de crecimiento anual de 3.68 por ciento; lo que no mostró es que dicha tasa fue menor a la observada en el mismo periodo de 2010 (4.42%) y la segunda más baja en los últimos ocho trimestres. ^[8]

En el cuarto trimestre de 2011, la producción en las actividades primarias se redujo como consecuencia del desequilibrio de oferta a causa de la sequía que prevaleció durante la segunda mitad del año, lo que se plasmó en una contracción del sector primario de 6.9% en dicho trimestre.

En ese sentido, para el primer bimestre de 2012, el Informe de la SHCP - con base en las cifras del Indicador Global de la Actividad Económica-, reportó una caída de las actividades primarias de 1.9 por ciento en cifras que se ajustaron estacionalmente, es decir, en periodos específicos. No obstante este resultado, se reporta que la tasa anual creció 3.7 por ciento, en el mismo periodo, debido a la mayor producción de algunos cultivos como maíz forrajero, café, cereza, papaya, aguacate y limón. ^[8]

CAPÍTULO 2. EL CHAPULÍN

2.1. INTRODUCCIÓN

Los insectos son los organismos más abundantes en nuestro planeta, y tienen altas tasas de reproducción y en el caso de los chapulines no necesita mucha tecnología para su recolecta. Éstos son un grupo de insectos muy famosos por el chirriar que producen con sus cuerpos y porque muchas especies son importantes plagas agrícolas.

La ENTOMOFAGÍA es un hábito al cual no estamos acostumbrados pero dadas las circunstancias es una situación muy recomendable dado que se le denomina como “alimento del futuro”.

En México existen aproximadamente 920 especies pertenecientes a 274 géneros de chapulines, también conocidos como chochos, langostas y saltamontes y se cultivan más de 92 especies comestibles

A continuación desarrollaremos la especie más común en cultivos michoacanos: *Sphenarium purpurascens*.^[32]

2.2. FICHA TÉCNICA

Nombre científico: *Sphenarium purpurascens*.

Nombre común: Chapulín, saltamontes, chocho.

Clase: Insecto.

Orden: Orthoptera

Familia: Pyrgomorphidae.

Género: *Sphenarium*.

Especie: *Purpurascens*

Grupo: Caelifera (cava el suelo para poner sus huevos).^[13]

2.3. DISTRIBUCIÓN

En México, es el ortóptero más abundante y representa una distribución geográfica muy amplia que comprende el centro, sur y occidente, y en estados como Oaxaca, Puebla, Estado de México, Michoacán, Morelos, Tlaxcala, Querétaro y Guanajuato.

Se le encuentra causando daños considerables en Acámbaro y Jerecuaro.

A continuación se muestra la distribución de *Sphenarium purpurascens* en México; Figura 2, otorgada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y pecuarias (INFAP 2011). [21]

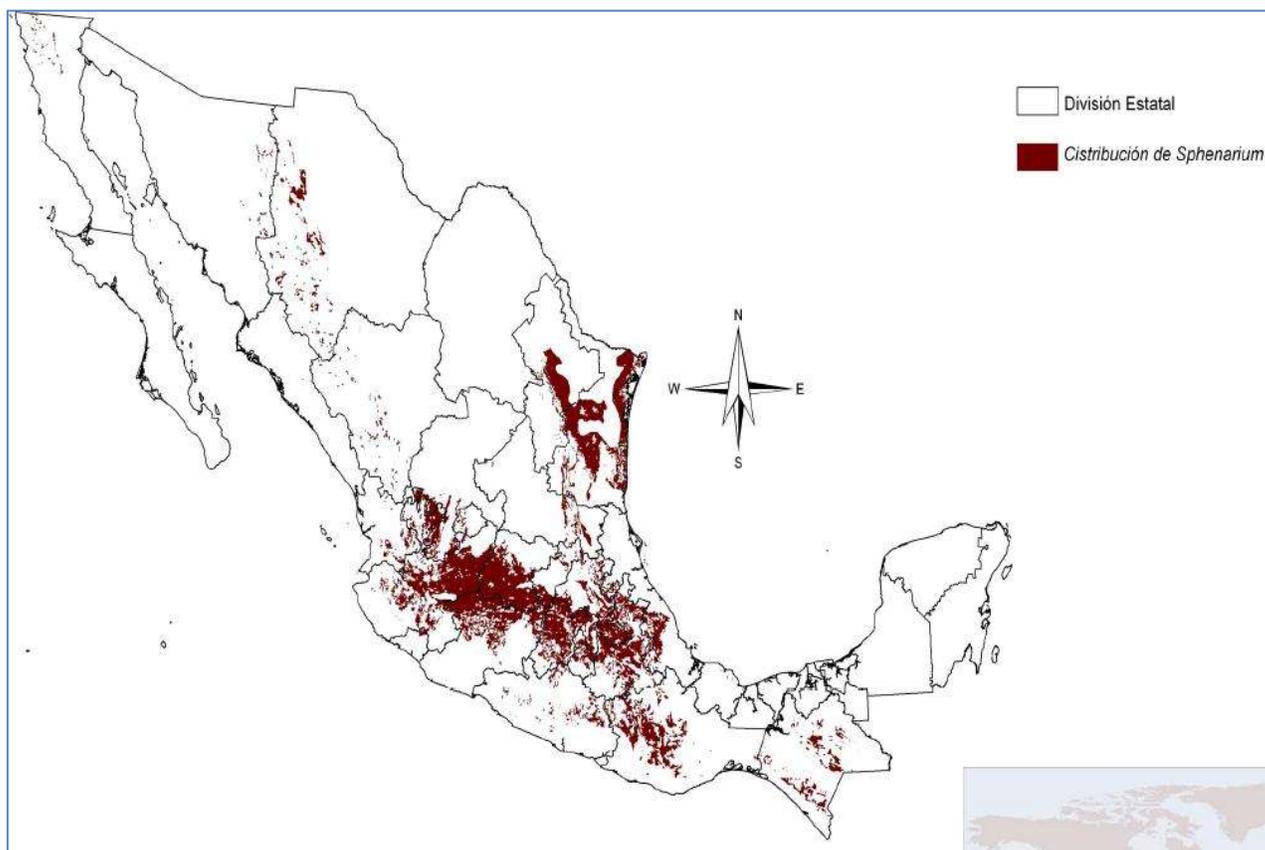


Figura 2. Distribución de *Sphenarium purpurascens* en México (INFAP 2011).

2.4. DESCRIPCIÓN BIOLÓGICA/ CICLO DE VIDA

Estado de huevo:

Mide 4 mm de longitud, siendo este ovalado aplanado con los extremos en punta; presenta coloración parda brillante y con sus extremos más oscuros. La membrana de cada huevecillo presenta una cubierta con numerosas cavidades de forma hexagonal. *Sphenarium purpurascens* presenta 5 estadios de ninfa (figura 3) para posteriormente convertirse en adulto.

Estado Ninfal 1:

Mide de 5 a 7 mm, y es de color pardo pálido con manchas de color pardo oscuro, negro o ambos, distribuidas uniformemente en todo el cuerpo.

Estado Ninfal 2:

Tiene la cabeza más alargada y mide de 5 a 11 mm; la coloración parda pálida se torna más oscura y sus manchas se vuelven más notorias.

Estado Ninfal 3:

Mide de 8.8 a 11.2 mm, las manchas oscuras de la cabeza y cuerpo toman una forma irregular y varían en tamaño. No posee un patrón de coloración definido, presenta tonalidades de coloración verde, amarilla, gris, parda o negro. ^[13]

Estado Ninfal 4:

Su cuerpo es un poco más ancho en la parte media y mide de 14 a 18 mm. Su aspecto es más robusto y su coloración más oscura y definida. Las antenas presentan 14 divisiones.

Estado Ninfal 5:

Mide de 18.8 a 21.2 mm y su coloración general varia, las antenas se vuelven largas y delgadas, con el mismo número de artejos, los paquetes alares se ven más alargados. ^[13]

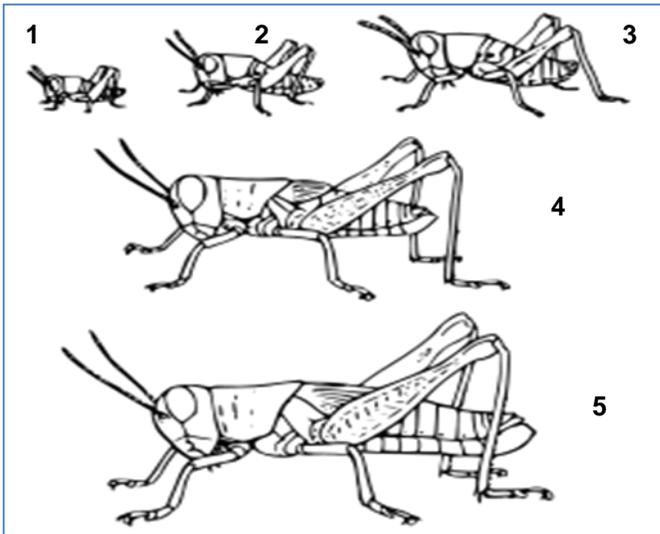


Figura 3. Transformación de los chapulines de acuerdo a su edad (Lemus A. L. 1995. Biología de *Sphenarium purpurascens*).^[13]

Estado adulto:

Su cuerpo es robusto y afilado hacia los extremos anterior y posterior, generalmente sin alas. Su coloración es variable pero torna en tonos pardos oscuros y brillantes generalmente con manchas negras en todo su cuerpo (figura 4).



Figura 4. Chapulín *Sphenarium purpurascens* adulto.

Las hembras se distinguen fácilmente de los machos (figura 5) por su tamaño y coloración, ya que se notan más robustas debido al ensanchamiento que sufren

en la parte correspondiente al meso y metatórax. Miden de 19 a 23 mm de largo y 7.4 a 9.2 de su parte más ancha además de que cuando las hembras han ovopositado sufren cambio de coloración de verde a pardo. [13]

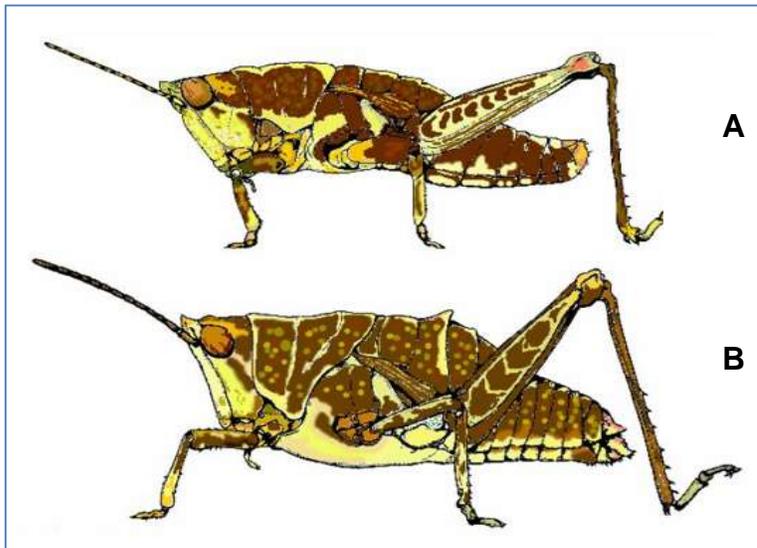


Figura 5. Vista lateral de *Sphenarium purpurascens*. A) Macho, B) Hembra. Alfaro, (Lemus A. L. 1995. Biología de *Sphenarium Purpurascens*).

La hembra deposita de 6 a 8 masas de huevecillos, conocidos como “ootecas”, cada una con un promedio de 40 huevecillos fuertemente unidos entre sí, las cuales entierra a una profundidad de 1.5 a 5.0 cm del suelo, en praderas, terrenos baldíos, orillas de caminos, canales y drenes. Los huevecillos comienzan a eclosionar al iniciar la temporada de lluvias (mayo-junio), con un máximo de eclosión a mediados de junio y terminan a finales de este mes; sin embargo, en años secos se puede retrasar la eclosión hasta el mes de julio.

Los chapulines tienen 5 estados ninfales y el tiempo que requieren para llegar a adulto es de 40 a 60 días. Los adultos tardan de 20 a 25 días en madurar sexualmente e inician la copula a finales de julio y durante el mes de agosto; la ovoposición se lleva a cabo durante los meses de agosto y septiembre, estos huevecillos presentan pausa en el desarrollo embrionario durante la estación seca y fría, es decir el período de incubación es de 8 a 9 meses. Siempre que los chapulines

se encuentren en condiciones de temperatura y humedad adecuadas, estos lograrán su desarrollo (tabla 7). ^[27]

Tabla 7. Días de vida en cada etapa de un chapulín (INIFAP, 2010)

Estado de Desarrollo	Tiempo Máximo	Tiempo Mínimo	Tiempo Promedio
Huevecillo	141	106	123.5
N1	16	11	13.5
N2	15	9	12
N3	16	8	12
N4	16	6	11
N5	18	12	15
Total del periodo ninfal	81	45	63.5
Adulto	127	79	103
TOTAL	349	230	290

2.5. PRINCIPALES CONSUMIDORES DE CHAPULINES

México es uno de los principales países con tradición en el consumo de insectos, y sobre todo en las zonas rurales. Sin embargo, hay otros países en los que estos diminutos animalitos encuentran más aceptación; por ejemplo, en algunas escuelas estadounidenses, un día a la semana, los insectos forman parte del menú, mientras que el ejército del mismo país contempla de manera importante a los insectos dentro de su manual de supervivencia. ^[27]

Algunas regiones representan una fuente importante de ingreso familiar, además de que en Oaxaca, Chiapas y Estado de México una gran cantidad se destina incluso para su venta al exterior. Los estados donde se ha detectado mayor consumo de insectos son los de Chiapas con 155, Hidalgo 145, y Oaxaca 134; aunque también hay registros, como en Puebla, Nuevo León, Aguascalientes y Guanajuato. ^[16]

Oaxaca es un estado en el sur de México y es el principal consumidor de chapulines puesto que se considera como un alimento popular desde tiempos prehispánicos con más de 300 años de ser un platillo sobresaliente, según explica el etno-ecólogo Marco Antonio Vásquez Dávila. “Los insectos son vistos como comida de pobre y no como un patrimonio biocultural” mencionan algunos habitantes. Son tan tradicionales que existe un mito el cual dice que una persona que consume chapulines de Oaxaca ya no dejara el lugar, quizá no sea cierto literalmente, pero es una parte de Oaxaca en su interior. Además, en Morelos se importan jumiles de Guerrero y chapulines de Oaxaca y Puebla; incluso hay demanda en Canadá y Estados Unidos. Puebla es el estado que se encuentra en segundo lugar al hablar del consumo de chapulines, y son las especies del genero *Sphenarium*, la que se comercializan principalmente. [25]

2.6. RIESGOS AL CONSUMIR CHAPULINES

Es innegable que los insectos albergan o transmiten a través de sus estructuras hongos, virus, bacterias, larvas y protozoos que pueden afectar la salud de los humanos; sin embargo, ocurre exactamente lo mismo con las vacas, pollo, cerdos, ovejas, cabras y demás animales de granja conocidos. Si este fuese el problema, la solución es sencilla, ya que se aplicarían exactamente las mismas técnicas y métodos de preparación que es lavar, freír o tostar para eliminar además sus vellosidades o hervir, para facilitar la separación de patas y alas. [36]

Cuando se discute sobre recursos alimenticios, es necesario tener en consideración su adaptación al ser humano. En lo que se refiere a los insectos, es importante reconocer que muchas especies obtienen toxinas de sus plantas (nutrientes); o pueden producir sus propias toxinas, volviéndose no comestibles. Además, si una persona es alérgica al consumo de camarones o langosta, debe prestar atención especial a la ingesta de insectos, pues parecen existir alérgenos comunes [36].

2.7. CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La explotación de los insectos para autoconsumo o almacenamiento no representa un riesgo para las especies en la mayoría de los casos, ya que los campesinos solo explotan a las poblaciones cuando estas son abundantes. Generalmente conocen sus ciclos de vida y así saben cuándo recolectarlos e incluso los asocian

con diversos ciclos de la naturaleza, como fases de la luna, floración de algunas plantas, y abundancia de lluvia, entre otros. En el caso de los chapulines su mercaeo se efectúa con la recolección en varios estados del país y su distribución geográfica es muy amplia, por lo que es difícil decir que su explotación represente algún peligro. [28]

2.8. EL CHAPULÍN COMO DEPREDADOR

El chapulín, es una plaga endémica, recurrente y de amplia distribución en el país. Causa pérdidas en la agricultura, sobre todo en cultivos de frijol y maíz, y en pastizales naturales en los estados cuya altitud es superior a los 2,000 metros sobre el nivel del mar (msnm) como: Chihuahua, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Hidalgo, México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Guanajuato, donde se registra, entre otros, el género *Sphenarium*. El no aplicar medidas de control contra el chapulín puede ocasionar pérdidas que van del orden del 50 al 60% en cultivos de granos básicos y disminuciones del 30 al 40% en la producción de forraje. [17]

El complejo de especies llamado chapulín come casi todo tipo de vegetal y en casos extremos de falta de material verde, hacia el final de su ciclo biológico, pueden comer o al menos roer desde papel hasta unicel, comportamiento que se desconoce si su objetivo es cubrir algún requerimiento nutricional. [34]

En el Diario Oficial de la Federación se publicó la NOM-081-FITO-2001, en la que se establece el manejo y eliminación de focos de infestación de plagas no reguladas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos.[17]

CAPÍTULO 3. CHAPULINES EN LA ALIMENTACIÓN

3.1. GENERALIDADES

Desde hace miles de años el hombre ha consumido insectos para satisfacer sus necesidades alimenticias, pero en algún momento de la historia este hábito desapareció en determinadas culturas por razones no muy claras.

En México esta costumbre se ha registrado desde antes de la llegada de los conquistadores, con el sabio aprovechamiento que los nativos hacían de estas especies animales encontradas generosamente tanto en medios acuáticos como terrestres; con ellos se elaboraban muy variados, sabrosos y nutritivos platillos que constituían verdaderos banquetes para los gobernantes. A su llegada, los españoles se sorprendieron de la vasta cocina prehispánica y particularmente del uso de los insectos con fines comestibles, el cual ha sobrevivido hasta la fecha, sobre todo en algunas zonas del país y en algunas culturas indígenas del centro y sur, pueblos que con la influencia de los ingredientes traídos de Europa han enriquecido esta gastronomía que hoy en día se considera como exótica y de lujo, pero que siempre ha estado presente, sólo que ignorada. ^[35]

En México, la cifra de insectos comestibles identificados varía entre 504 y 535 especies. De estas, el 83% de origen terrestre, en tanto que el 17% proviene de ecosistemas acuáticos continentales. Estos insectos son consumidos en todas sus formas de desarrollo: huevecillos, larvas, pulpa y estado adulto. ^[23]

3.2. ENTOMOFAGÍA

A falta de reses, caballos, carneros y cerdos, los antiguos habitantes se las ingeniaron para obtener proteína de otras fuentes como los insectos, crustáceos, peces y batracios; de esa manera se adaptaron a las condiciones climáticas y geográficas prevalecientes en la época. Respecto a los insectos, existen muchas posibilidades alimenticias. ^[36]

Actualmente se sabe que la ingesta de insectos puede traer grandes beneficios, ya que se ha demostrado que son fuente importante de proteínas y desde el punto de vista nutricional los insectos como chapulines, termitas y gorgojos son mejores

fuentes de proteína que los bovinos, pollo, cerdo o cordero además de ser ricos en minerales y vitaminas del grupo B. ^[23]La ingesta de insectos complementa la dieta de aproximadamente 2,000 millones de personas, y se trata de un hábito que siempre ha estado presente en la conducta alimentaria de los seres humanos. Sin embargo, hasta hace poco la entomofagia no había captado la atención de las instituciones de investigación, los chefs y otros miembros de la industria alimentaria, los legisladores y demás organismos que se ocupan de la alimentación humana y animal. ^[36]

3.3. OBTENCIÓN Y USO DE LOS CHAPULINES

3.3.1. RECOLECCIÓN

La recolecta de chapulines, se recomienda que se lleva a cabo en la primeras horas del día colectando tanto ninfas como adultos, preferentemente, se debe evitar la recolección en lugares donde se aplican agroquímicos. Debido a que estos se reproducen todo el año es fácil capturarlos. La recolección se facilita más en época de lluvias que es cuando se encuentran en mayor abundancia. ^[23]

3.3.2. USO DE LOS CHAPULINES

Los chapulines, más que un alimento se consideran como:

- Importantes proveedores de servicios eco-sistémicos. Por ejemplo, los insectos desempeñan un papel importante en la polinización, el control biológico y la descomposición de basura orgánica.
- Los insectos han inspirado la innovación humana durante muchos años e inspiran el diseño de diversos productos y procesos.
- Los insectos forman parte de la medicina tradicional desde hace miles de años. Por ejemplo, las larvas de mosca se utilizan para limpiar tejido muerto en heridas, y los productos derivados de la abeja, como los propóleos, la jalea real y la miel se utilizan por sus propiedades curativas.^[9]

A pesar de que son catalogados como insectos peligrosos para los cultivos debido a su rápida reproducción son, sin duda alguna, proveedores importantes de nutrientes.

3.4. CONSUMO DE CHAPULINES

Los insectos son una fuente potencial para la producción convencional de proteína, ya sea para el consumo humano directo, o indirectamente en los alimentos reconstituidos. ^[9]

Por otro lado, los insectos comestibles, en general, poseen un conjunto de ventajas que les confieren una importancia especial en la alimentación humana como son:

- Su valor nutritivo.
- Cantidad y calidad de sus proteínas.
- Elevada digestibilidad.
- Proporcionan proteínas y nutrientes de alta calidad en comparación con la carne y el pescado.
- Estos son especialmente importantes como complemento alimenticio para los niños desnutridos.
- Estos son ricos en fibra y micronutrientes como cobre, hierro, magnesio, fósforo, manganeso, selenio y zinc
- Plantean un riesgo reducido de transmisión de enfermedades zoonóticas (enfermedades que se transmiten de los animales a los humanos). ^[9,19]

3.5. VALOR NUTRITIVO

3.5.1. PROTEÍNAS

De acuerdo con Ramos-Elorduy (2006), la deficiencia más preocupante en la dieta del mexicano son las proteínas, y son éstas la principal aportación de los insectos a la alimentación: mientras que 100 gramos de carne de res contienen de 54 a 57% de proteínas, 100 gramos de chapulines, por ejemplo, contienen de 62 a 75%. ^[27] El valor nutritivo de los insectos es al menos tan elevado como el de la carne y el queso. ^[3]

El parámetro elegido para determinación de una dieta son las proteínas que se incluyen en esta, por ser el alimento más completo; la cantidad de proteínas expresadas en base seca de los chapulines, se ha demostrado que varía de 52.3% a 75.3%, lo cual indica que aportan una gran cantidad de proteína a la dieta y se pueden clasificar de acuerdo a su gran riqueza en este parámetro como concentrados proteínicos sabiendo que en promedio, aportan un 63.7 g de proteína por cada 100 g. [19]

A. AMINOÁCIDOS Y SUS FUNCIONES

Sphenarium purpurascens contiene 51.4 g de aminoácidos esenciales; lo cual supera las cifras totales del patrón FAO/OMS/UNU de 1985, tanto para preescolares como para adultos, y cubriendo los siguientes aminoácidos:

- Leucina
- Isoleucina
- Valina
- Histidina
- Metionina
- Cisteína
- Lisina [28]

B. FUNCIONES DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN *S. purpurascens*

Leucina, isoleucina y valina: Una de las principales funciones de este tipo de aminoácidos es la síntesis de proteínas musculares.

Histidina: Es un precursor de la histamina. La histamina es liberada por las células del sistema inmune en una reacción alérgica. Participa en el desarrollo y mantenimiento de los tejidos sanos, particularmente de la mielina.

Metionina: Esencial para el buen estado de los tejidos corporales, la piel y las uñas. Mecanismo de quema de grasas del cuerpo, y es la encargada de transportar la grasa hasta las células para convertirla en energía, y lograr un rendimiento muscular óptimo en todos los sentidos.

Cisteína: Posee acción antioxidante, mejora las funciones inmunitarias, ayuda en la protección del hígado, ayuda a desintoxicar el intestino, previene las cataratas, pone fin al crecimiento de tumores, y previene las enfermedades cardíacas.

Lisina: Juega un importante papel en la construcción de la proteína de los músculos, en la absorción del calcio, la recuperación de heridas y en la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos. [12]

3.5.2. SALES MINERALES

Un mineral es un elemento inorgánico que se encuentra en la naturaleza y este término se reserva para elementos que son sólidos. En nutrición, los minerales son aquellos elementos incluidos en la dieta que son esenciales para los procesos vitales. [37]

La mayoría de los insectos comestibles poseen una adecuada proporción de minerales, comparable con la reportada de algunos alimentos convencionales, es decir, estos insectos satisfacen los requerimientos en macro y micronutrientes de forma sencilla y práctica; [19] y encontrando en *Sphenarium purpurascens* riqueza de ciertos minerales y con funciones básicas en el organismo humano y que se consideran esenciales. [37]

Tabla 8. Minerales Presentes en *Sphenarium purpurascens*

MINERAL	CONTENIDO EN 100 g	PRINCIPALES FUNCIONES EN EL ORGANISMO	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
Magnesio	V.N.R*	Síntesis de proteínas, metabolismo de la glucosa, contracción muscular lenta, componente óseo.	Raros. Debilidad muscular, apatía, tirones y calambres musculares, arritmias cardíacas.
Potasio	V.N.R	Crecimiento del organismo, equilibrio osmótico, producción de proteínas, permeabilidad de membranas, síntesis de músculos, contracción muscular.	Debilidad muscular, taquicardias, sed, falta de apetito, trastornos neuromusculares, vómitos, malestar.
		Regulación de presión	Debilidad, confusión

Sodio	7.049	arterial, función muscular y nerviosa, forma parte de los huesos, transmisión nerviosa, contracción muscular.	mental, calambres, alteraciones circulatorias.
Hierro	V.N.R.	Transporte de oxígeno y dióxido de carbono, producción de hemoglobina, respiración celular, integrante de la mioglobina, formación del colágeno.	Anemia; cansancio, fatiga, palidez, bajo nivel de rendimiento.
Calcio	0.120	Formación de los huesos, activación enzimática, transmisión del impulso nervios, contracción muscular.	Osteoporosis, raquitismo, alteraciones de la contracción muscular, calambres musculares.
Zinc	0.078	Producción de linfocitos, cicatrización, activación de hormonas, formación de insulina, desarrollo de ovarios y testículos.	Alteraciones en crecimiento, dermatitis, diarrea, pérdida de cabello, cansancio, anemia, lenta cicatrización.

(V.N.R* Valor No Reportado) ^[37]

3.5.3. VITAMINAS

Algunos insectos comestibles poseen cantidades superiores a las que se presentan en el huevo y en la leche fresca de vaca y que incluso, en el caso de la niacina, los valores son superiores a los que contiene el pollo, el hígado de res, las semillas de girasol, por lo que se puede decir que los insectos son ricos en vitaminas del grupo B. ^[19]

Las cantidades de vitamina que podemos encontrar en los insectos son de suma importancia para el desarrollo y mantenimiento de funciones en el organismo.

Tabla 9. Aportación de vitaminas presentes en *Sphenarium purpurascens*. [28]

VITAMINA	CANTIDAD	FUNCIÓN	DEFICIENCIA
Calciferol (D)	164.9 UI/100g	Metabolismo de los huesos, absorción de calcio, regulación del metabolismo del fosforo, formación del tejido epitelial	Raquitismo, pérdida de masa ósea, debilidad y deterioro muscular.
Tiamina (B1)	0.83 mg/100g	Energía corporal, funcionamiento del cerebro y sistema nervioso, contracción muscular, conducción de señales nerviosas.	Debilidad, fatiga, psicosis, daño neurológico.
Riboflavina (B2)	1.28 mg/100g	Crecimiento corporal, producción de glóbulos rojos, liberación de energía de los carbohidratos.	Úlceras bucales o labiales, trastornos de la piel, dolor de garganta, inflamación de las membranas mucosas.
Niacina (B3)	5.04 mg/100g	Producción de energía, metabolismo de las grasas, participa en la glucólisis.	Pérdida de apetito, erupciones cutáneas, confusión mental, disminución de energía

3.5.4. CALORÍAS

La cantidad de calorías que contienen los chapulines es muy elevado siendo *Sphenarium Purpurascens* el segundo insecto más energético con 427 Kcal/100g [28]

Por otro lado, sabemos que las proteínas no pueden ser asimiladas si no existe la suficiente energía en la dieta; la proporción de energía que producen los insectos comestibles varía, y se ha observado que los insectos en estado inmaduro son más energéticos que los adultos; estos, en general, fueron los insectos conocidos como los gusanos de los palos, y que los aztecas consumían en buena cantidad. Muchos de los insectos comestibles poseen más calorías que la carne de pollo y la mitad de las especies contienen más que la carne de res, el pescado y la soya. [19]

3.6. PROCESAMIENTO DE LOS CHAPULINES

Después de ser capturados, ya sea manualmente o con la ayuda de redes, se mantienen por lo menos un día en ayuno con el fin de que desechen sustancias que podrían alterar el sabor, en caso de que no sea posible, se sumergen en una tina con agua para lograr la limpieza del tracto digestivo, enseguida se colocan en una malla para eliminar impurezas, el secado se puede hacer exponiendo directamente al sol o colocando a fuego en comales para ser preparados. Estos se pueden guardar por pocos días, congelar o utilizarlos enseguida. [30]

3.6.1. DESTINO

Generalmente los insectos se utilizan para autoconsumo aunque también hay quienes los utilizan para comercialización y así obtener ingresos y adquirir otros bienes de consumo.^[28] sabiendo esto, los chapulines pueden tener tres destinos seguros:

1. Consumo humano
2. Consumo animal
3. Venta ^[30]

El hábito de la entomofagia es ampliamente conocido en México y en el mundo y en la actualidad se ha incrementado de una manera significativa. Existen especies cuyo prestigio y sabor ha originado que su mercado y explotación sea inmoderada. Los insectos se venden en diferentes porciones y formas, en mercados, tianguis y en restaurantes de cinco estrellas o bien, por compañías nacionales e internacionales.

En algunos casos existe un manejo tradicional para su explotación, pero en la actualidad, dada la crítica situación económica del país sobre todo en las zonas rurales, este manejo no respeta aspectos como el adecuado mantenimiento, manejo y conservación de las especies, poniendo en riesgo de extinción algunas especies. Por ello, se discute la necesidad de implementar una reglamentación al respecto, ya que no existen normas para su recolección ni un control de calidad en su comercialización. Se exponen las principales causas que han originado la disminución de este recurso, ejemplificándolo con diversas especies de chapulines, jumiles, gusano rojo y blanco de maguey, escamol, abejas sin aguijón y avispas y las medidas necesarias para salvaguardar la entomofauna alimenticia, evitando de esta manera el abatimiento de sus poblaciones.^[26]

3.6.2. PROMOCIÓN

La alimentación con insectos es un rechazo natural debido a las costumbres que se tienen en nuestro país, y es por ello que se puede recurrir a diversas acciones para promover el consumo de tan valioso alimento como son los chapulines. Para lograrlo se puede hacer lo siguiente:

- Organizar muestras gastronómicas
- Concursos con platillos hechos a base de chapulines
- Difundir el valor nutricional que estos contienen
- Redactar todas las recetas ^[30]

CAPÍTULO 4. PROTEÍNAS

4.1. EVALUACIÓN PROTEICA

Las proteínas son retenidas para su utilización en el organismo dependiendo de su calidad, la que a su vez está definida por la cantidad de aminoácidos esenciales que contenga, y conociendo esto es posible predecir, dentro de ciertas limitaciones, su comportamiento en el organismo.

La evaluación de una proteína en relación con su óptima utilización por el organismo, se hace a través de dos parámetros:

- El análisis del perfil de aminoácidos o marcador químico.
- El análisis del valor biológico de la proteína.^[22]

4.1.1. REQUERIMIENTO PROTEICO

Los requerimientos de proteína son equivalentes a las pérdidas extremas cuando no existen necesidades adicionales, las cuales se reducen a tres circunstancias: crecimiento, desnutrición proteica y embarazo.

El cálculo de las pérdidas de proteínas requiere tener en consideración los siguientes tres factores: el balance de nitrógeno, la calidad proteica y la digestibilidad proteica. ^[22] El aporte de proteínas recomendado por la Organización Mundial de la Salud para la población adulta sedentaria es de 1.1 g por kg de peso al día, mientras que para población activa, oscila entre 1.2 a 2.5 g y esto dependiendo del grado de actividad. ^[18]

El mantenimiento del equilibrio nitrogenado es muy importante para el organismo, y marca la pauta para establecer los requerimientos y las raciones de proteínas. La ración proteica está relacionada con la energética, podría parecer que debido a la reducción de contenido proteico en la masa corporal, las necesidades son menores, pero no. La recomendación es de 0.75 g/kg de peso/día, tanto en adultos como en ancianos. Los estados carenciales en proteínas pueden causar graves trastornos como alteraciones cutáneas, edemas, fatigas, etc., y que pueden alterar el estado de salud. ^[5]

4.1.2. DIGESTIÓN PROTEICA

La digestión tiene como misión hidrolizar las proteínas hasta el nivel de aminoácidos o pequeños péptidos de manera que puedan ser absorbidos.

La digestión de las proteínas comienza hasta la llegada del alimento al estómago. En este momento se estimula la segregación del jugo gástrico, mediada por la hormona gastrina que contiene HCl. Su función es la de acidificar el medio contribuyendo, por un lado, a disminuir la cantidad de microorganismos patógenos que puedan acompañar al alimento, y por otro, sirve para desnaturalizar la proteína dando comienzo a su digestión proteica y haciéndola más vulnerable al ataque por la pepsina gástrica.

La pepsina es secretada en el estómago en su forma inactiva, por lo que se precisa su activación. El proceso de activación se puede dar mediante una autoactivación, que se produce cuando el pH del entorno es inferior a 2, y que consiste en la pérdida de un fragmento de 44 aminoácidos del pepsinógeno, dejando a la pepsina activa.

Un segundo método de activación del pepsinógeno recibe el nombre de autocatálisis y se da cuando la pepsina ya activada ataca al propio pepsinógeno activándolo. Este proceso de auto catálisis asegura que la digestión de las proteínas presentes en el estómago se siga produciendo. La liberación del fragmento de 44 aminoácidos además de activar el pepsinógeno, le permite actuar como péptido señal para la liberación de una hormona en el duodeno, la colecistoquinina. Este hecho, por lo tanto, prepara el escenario para que se produzca la siguiente fase de la digestión proteica en el intestino por acción de los enzimas pancreáticos e intestinales. [29]

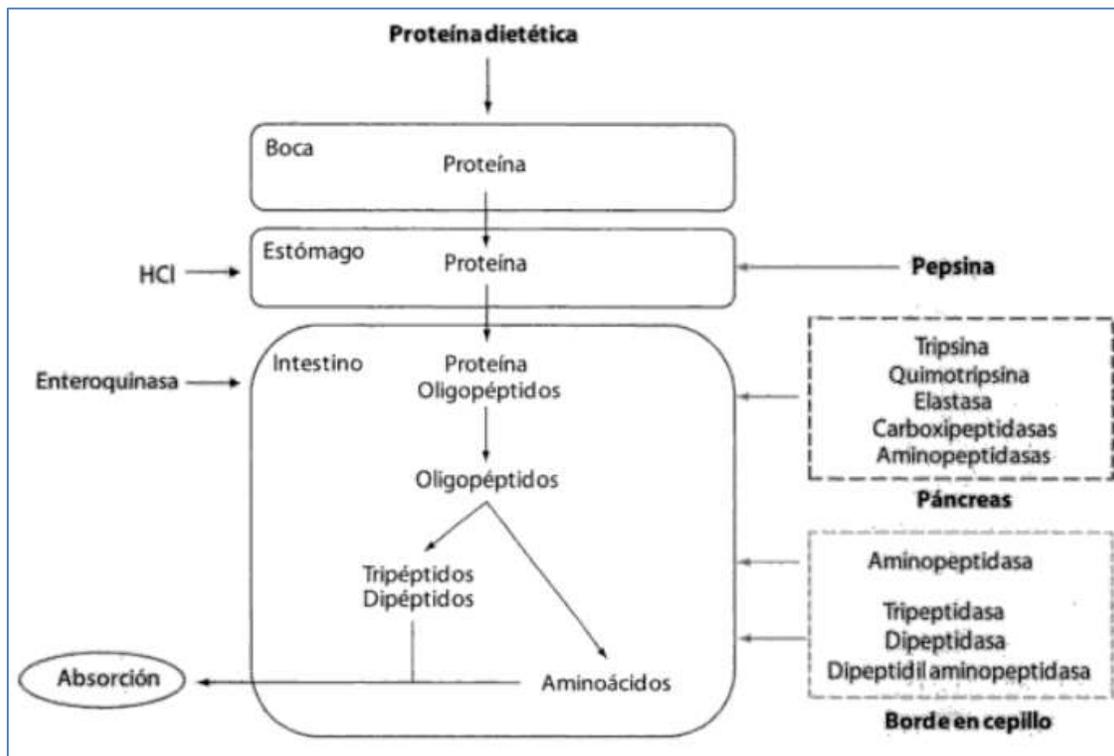


Figura 6. Proceso de digestión proteica en el tubo digestivo de humanos. Fuente: Modificado de Mataix y Sánchez de medina (2002)

Existen un segundo grupo de proteasas que procede del páncreas. Dentro de este grupo de enzimas proteolíticas se encuentran varias isoformas de tripsina, quimio tripsina, elastasas, carboxipeptidasas y aminopeptidasas. Al igual que muchos otros enzimas pancreáticos, estos se inactivan al momento de alcanzar la luz intestinal, por lo que se precisa su activación mediante la enteroquinasa producida en el borde del cepillo del enterocito. Esta entero-peptidasa activa el tripsinógeno a tripsina, quien a su vez, es responsable del resto de las proteasas pancreáticas. El hecho de que las proteasas pancreáticas también se secreten de forma inactiva se debe a que, de esta forma, se preserva el ataque proteolítico al páncreas y a la propia pared del tracto gastrointestinal.

La acción de tripsina, quimio tripsina y elastasa lleva a la formación de oligopéptidos (2 a 6 aminoácidos) y aminoácidos libres. Sin embargo, los mecanismos de absorción únicamente permiten el paso de aminoácidos libres y pequeños oligopéptidos, fundamentalmente dipéptidos y tripéptidos, por lo que se hace necesario

un tercer grupo de enzimas que hidrolicen los pequeños fragmentos peptídicos procedentes de la digestión por las proteasas pancreáticas.

De ello se encargan un pequeño grupo de enzimas que trabajan cerca o directamente en el borde del cepillo de las células intestinales. Así, se dispone de aminopeptidasas y carboxipeptidasas, dipeptidasas y tripeptidasas, y dipéptido aminopeptidasas. Tras la acción combinada de los tres grupos de enzimas citados se logra hidrolizar totalmente la proteína hasta aminoácidos libres, dipéptidos o tripéptidos, que ya pueden ser captados por los mecanismos de transporte de la célula intestinal. [29]

4.2. VALOR BIOLÓGICO DE LAS PROTEÍNAS

La mayor o menor presencia de aminoácidos esenciales en una proteína va a determinar muy directamente su valor nutritivo y aconsejara su grado de complementariedad con otras proteínas en una dieta equilibrada. Hay que tener en cuenta además que el valor nutritivo puede ser modificado por aspectos tales como:

- a) Alteraciones de las proteínas por los tratamientos tecnológicos en las distintas etapas de la cadena alimentaria.
- b) Anti-nutrientes que dificultan la digestión y absorción de las proteínas de la dieta.
- c) Grado de digestibilidad, muy diferente entre proteínas globulares y fibrosas.

El valor biológico (VB) de una proteína representa la porción de nitrógeno absorbido que es retenida por el organismo para su utilización, y dada por la siguiente fórmula.

$$VB = \frac{NR}{NA} \times 100$$

Dónde:

NR= Nitrógeno Retenido

NA= Nitrógeno Absorbido [14]

4.2.1. CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas se suelen clasificar, de acuerdo a su composición, en simples y conjugadas.

A. PROTEÍNAS SIMPLES

Las proteínas simples son aquellas en cuya estructura solo aparecen α -aminoácidos; y estas se subdividen en dos grupos: fibrosas y globulares.

- PROTEÍNAS FIBROSAS

Estas son insolubles en agua; se localizan principalmente en la piel, el pelo, las uñas, las plumas y los tejidos conectivos. Están compuestas de moléculas alargadas que forman cadenas helicoidales. Las principales clase de proteínas son los colágenos, las queratinas y las elastinas

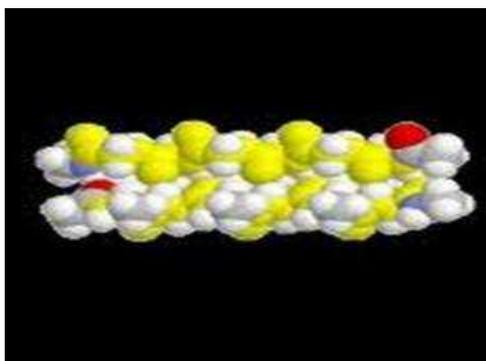


Figura 7. Proteína fibrosa. Cox y Nelson, 2007.

Los *colágenos* son las proteínas más abundantes en el cuerpo humano y las más importantes del tejido conectivo; y estos son componentes de los tendones y ligamentos, los huesos y los dientes.

Las *queratinas* se encuentran en el pelo, las uñas, las plumas, el algodón y la lana. Su estructura molecular está constituida por cadenas paralelas de α -hélices, enrolladas hacia la derecha formando fibras muy fuertes.

Las *elastinas* son también componentes del tejido conectivo; a diferencia del colágeno, no se convierten en gelatina al calentarse, constituyen también las paredes de los vasos sanguíneos. Son proteínas elásticas y se pueden alargar lo que permite a los vasos sanguíneos expandirse con la presión que se crea cuando el corazón bombea la sangre a través de ellos.

- PROTEÍNAS GLOBULARES

Forman dispersiones coloidales en agua; las moléculas de estas proteínas son más compactas; algunas son esféricas y otras helicoidales. Las principales clases de proteínas globulares son las albuminas, las globulinas y las histonas.

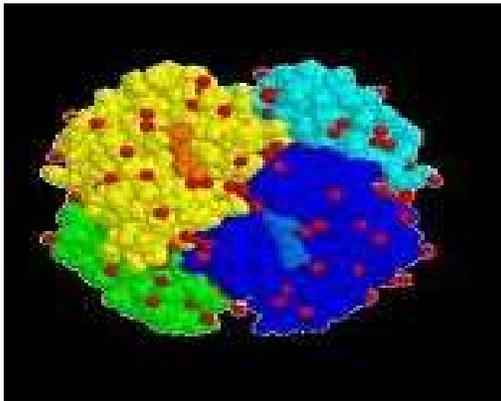


Figura 8. Proteína globular. Cox y Nelson, 2007.

Las *albuminas* se encuentran dispersas en agua y se coagulan al calentarse. Se encuentran en gran proporción en el plasma sanguíneo, siendo la principal proteína de la sangre, y una de las más abundantes en el ser humano, y es sintetizada en el hígado.

Las *globulinas* son proteínas solubles en agua que se encuentran en todos los animales y vegetales. Entre las globulinas más importantes destacan las seroglobulinas de la sangre, las lactoglobulinas de la leche, las ovo globulinas del huevo, y los anticuerpos (gamma-globulinas).

Las *histonas* son proteínas básicas de baja masa molecular. Forman la cromatina junto con el ADN, sobre la base de unas unidades conocidas como nucleosomas. La cromatina resuelve el problema de restricción de crecimiento del ADN y núcleo, y está formada por ADN y proteínas, la principal proteína formadora son las histonas.

B. PROTEÍNAS CONJUGADAS

Las proteínas conjugadas consisten en proteínas simples combinadas con algún componente no proteico. Los grupos no proteicos se llaman grupos prostéticos. Entre ellas las nucleoproteínas, glicoproteínas y hemoproteínas.

Las *nucleoproteínas* contienen como grupo prostético los ácidos nucleicos (ADN y ARN); y son moléculas complejas y con una masa molecular muy grande.

Las *glicoproteínas* son proteínas combinadas con carbohidratos. En la mayoría de estas, la unión se hace entre las asparaginas (ANS) y el N-acetil-D-glucosamina (GlcNAc). Estas se dividen en dos categorías principales que son intracelulares y secretoras.

Las *hemoproteínas* que además de la parte proteica poseen un grupo hemo; la mioglobina, la hemoglobina y los citocromos son ejemplos de hemoproteínas. ^[1]

4.2.2. UTILIZACIÓN NETA DE PROTEINAS (UPN)

La utilización neta proteica se define como la proporción de nitrógeno consumido que queda retenido por el organismo, es decir, el nitrógeno que realmente se utiliza:

$$UPN = \frac{(VB \times D)}{100}$$

Donde:

VB es el valor biológico de la proteína.

D se refiere a la digestibilidad de dicha proteína.

Se utiliza también el término de relación de eficacia proteica (REP), y que permite considerar las consecuencias que tiene la ingesta de proteínas sobre el

crecimiento. Este parametro es útil debido a que se sabrá con exactitud la calidad de dicha proteína. Se trata del cociente entre el aumento de peso corporal y el peso de las proteínas consumidas en la dieta: [14]

$$REP = \frac{(\text{ganancia de peso } g)}{(\text{proteínas ingeridas } g)}$$

4.3. SUPLEMENTACIÓN

En circunstancias normales, una dieta adecuada y equilibrada proporciona todos los nutrientes necesarios para el normal desarrollo y mantenimiento de un organismo sano. Sin embargo, esta situación no se da para todas las personas ni con todos los nutrientes. Por este motivo, en ocasiones se requiere de la Suplementación Nutricional, que no es más que el consumo de nutrientes naturales, pero en una cantidad óptima y a una velocidad de absorción máxima, que produzcan efectos hormonales y bioquímicos adecuados a una mejor adaptación a las actividades de la población.

Un suplemento nutricional contiene, o puede contener:

- a. Vitaminas, minerales, aminoácidos, y otros elementos procedentes del reino vegetal o animal.
- b. Una sustancia dietética utilizada para aumentar la ingesta energética total.
- c. Un concentrado, metabolito, constituyente, extracto, o combinación de cualquiera de los ingredientes antes mencionados.
- d. Un preparado para su ingestión en forma de píldora, cápsula, tableta, polvo, gel, extracto, líquido, barra alimenticia, galleta, etc., y que no esté presentado como alimento convencional o como parte de una comida o de una dieta.

A continuación, se muestran algunos de los suplementos más utilizados actualmente por diversas poblaciones:

- SUPLEMENTOS A LACTANTES
 - Lactancia materna exclusiva (vitamina K, vitamina D, hierro, flúor).

- Lactancia con formula. Las fórmulas disponibles para lactantes, de inicio o de seguimiento, están sometidas a una normativa que regula el contenido de nutrientes (FAO/OMS, Codex alimentarius, EPSGAN), y según las necesidades del lactante con arreglo a su edad.
- SUPLEMENTOS Y EMBARAZO
 - La mayor demanda de nutrientes son minerales como hierro y calcio, y en vitaminas como ácido fólico, y otras vitaminas del grupo B (B1, B6 y B12), vitaminas C, A y D.
- SUPLEMENTOS Y ADOLESCENTES
 - La adolescencia se caracteriza por ser un período de transición en el cual existen cambios biológicos, físicos y emocionales, así como mayores demandas nutricionales debido a un aumento de la velocidad de crecimiento y a cambios en la composición corporal, es por ello que se recomienda principalmente la ingesta de calcio, hierro, y zinc.
- SUPLEMENTOS EN DIETAS VEGETARIANAS
 - Una dieta vegetariana, semivegetariana, ovoláctea o vegana, puede satisfacer los requerimientos de nutrientes. Sin embargo, existen situaciones en las que se presentan deficiencias nutricionales, que requieren el uso de suplementos como vitaminas B12 y D, ácidos grasos poliinsaturados además de minerales como hierro, zinc y calcio.
- SUPLEMENTOS A DEPORTISTAS
 - Un deportista debe realizar una alimentación balanceada que aporte la cantidad recomendada de proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales, según la edad, gasto en reposo, masa corporal y actividad física. Además de electrolitos o líquidos con polímeros de glucosa y fructosa.
 - Preparaciones de aminoácidos o de vitaminas y minerales, L carnitina, y la creatina.
- SUPLEMENTOS A ADULTOS Y ANCIANOS
 - Un 15-20% de los adultos sufre deficiencias nutricionales, y las cifras son mayores en la población de ancianos.

- Los sentidos del gusto y del olfato no funcionan como en edades anteriores y, por ello, el alimento parece menos apetitoso y comen menos, por esta razón se recomienda la ingesta de vitaminas B1, B6, B12, A,C, D, E, ácido fólico y calcio. ^[31]

CAPÍTULO 5. NUEVAS TENDENCIAS EN ALIMENTACIÓN

5.1. NUEVO ALIMENTO

El concepto de nuevo alimento se basa en un reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios, los cuáles deben cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ No deben suponer ningún riesgo al consumidor.
- ✓ No deben inducir a error en el consumidor.
- ✓ No deben diferir de otros alimentos e ingredientes alimentarios a cuya sustitución se destinen, de tal manera que su consumo normal implique desventajas para el consumidor desde el punto de vista de la nutrición.^[31]

5.1.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS NUEVOS ALIMENTOS

Son muchos los factores que han contribuido a la aparición de este grupo de alimentos. Entre ellos destacan:

- ✓ Innovaciones en la tecnología de alimentos: nuevos sabores y texturas, nuevas tecnologías culinarias, nuevas presentaciones.
- ✓ Estrategias de marketing empresarial: creaciones de nuevos productos que satisfagan las demandas de los consumidores y amplíen la oferta del producto.
- ✓ Preocupación de los consumidores por la relación alimentos-salud; y que pueden diferir según el grupo de población por lo que la industria alimentaria ofrece alimentos para grupos específicos de población: niños, deportistas, tercera edad, vegetarianos, etc.
- ✓ Combatir la desnutrición en el mundo: algunas de las modificaciones que incorporan los nuevos alimentos pretende mejorar las propiedades nutritivas de los alimentos básicos de países en desarrollo. ^[31]

5.2. INSECTOS COMESTIBLES

La esperanzadora intención de cultivar insectos a escala industrial para la alimentación directa del ser humano se ha topado con un obstáculo difícil pero no imposible de superar: *la entomofobia*, es decir, el horror desproporcionado por la entomofagia e incluso por el simple contacto o la convivencia con los insectos.

Así pues, siendo estos animales alimento natural del ser humano desde su aparición en el planeta hasta el momento actual es necesario conocer las ventajas de consumirlo, además de la gran variedad de ricos platillos que podemos elaborar para nuestro consumo. ^[14]

5.2.1. JUMILES (*Euschistus taxcoensis*)

El jumil se encuentra principalmente en los estados de Guerrero, México, Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Veracruz, y la mejor región es el Huizteco, uno de los cerros que rodean a Taxco. Habita generalmente en la corteza de los árboles secos o en las raíces de las plantas, sobre todo, magueyes. Estos insectos abundan entre los meses de noviembre y marzo, lo cual facilita su recolección. ^[24]

Los jumiles contienen altos contenidos de proteínas de fácil digestión, además de poseer sustancias analgésicas y anestésicas que aligeran los dolores estomacales causados por el hambre. ^[37] En el libro titulado "los alimentos mágicos de las culturas indígenas Mesoamericanas", y escrito por Paredes López Octavio, se menciona que contienen sales minerales, las cuales ayudan a la regulación de la presión sanguínea así como magnesio, calcio y fósforo. También se encuentran altos porcentajes de yodo, el cual es necesario para el correcto funcionamiento metabólico, ya que ayuda a generar calor cuando ingerimos alimentos, sintetiza proteínas, favorece el crecimiento y buen funcionamiento neurológico.

El jumil posee un exótico y fuerte sabor, casi picante y que recuerda a la pimienta. ^[6]



Figura 9. Jumil. Alonso Aldrete, 2014.

TACOS DORADOS DE JUMILES

INGREDIENTES:

- 300 g de jumiles
- 3 cucharadas de mantequilla
- 2 ½ cucharadas de aceite
- ½ cucharada de sal
- 10 tortillas de maíz
- 1 taza de salsa de su preferencia

PREPARACIÓN:

Ya lavados los jumiles, calentar el aceite y la mantequilla y freírlos, tapar la sartén sin retirarla de la lumbre. Agregar la sal y moverlos durante 4 o 5 minutos con una cuchara para que se doren uniformemente; retirarlos de la lumbre. Mantenerlos cubiertos en un lugar caliente. Calentar la salsa y colocar los jumiles previamente fritos encima de las tortillas calientes, enrollar y dorar. Verter la salsa y demás ingredientes. ^[6]

Nota: se le puede adicionar crema, queso, lechuga, repollo, cebolla, cilantro incluso frijoles para complementar el platillo.

5.2.2. ESCAMOLES

La hormiga escamolera se distribuye en México en los estados de Hidalgo, Michoacán, Oaxaca, Tlaxcala, Puebla, Guanajuato y Querétaro. Cada nido de hormiga escamolera puede producir hasta un 1.5 kg de larvas o escamoles durante el año, aunque la producción varía dependiendo de diversos factores como la edad de la reina, la antigüedad de la colonia, el tipo de suelo, y las condiciones generales del hábitat, entre otros factores.

La recolección de las larvas de la hormiga escamolera se realiza durante los meses de marzo y abril y los nidos generalmente se encuentran debajo de magueyes, mezquites y rocas a profundidades variables que van desde 50 cm hasta 1.50 m. [33]

Los escamoles son huevecillos de hormiga [23] que poseen un alto valor nutritivo; contienen más del 60 % de proteína, superior a la carne de res, pollo y puerco; no tienen grasas saturadas y además aportan vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales en una proporción adecuada para la nutrición humana por lo que son un producto 100 % orgánico. [33]



Figura 10. Escamoles con hormigas. Pérez, 2012

TACOS DE ESCAMOLES

INGREDIENTES:

- 300 g de escamoles
- 2 hojas de epazote
- 3 hojas de aluminio
- 1 cucharada de mantequilla
- Sal al gusto
- 1 taza de guacamole
- Tortillas de maíz

PREPARACIÓN:

En la membrana de una penca de maguey, colocar los escamoles, el epazote, sal y la mantequilla. Amarrar y cocer durante ocho minutos, servir en tortillas acompañándolas con guacamole. ^[6]

5.2.3. LOMBRIZ (*Eisenia fetida*)

El primer estudioso en reconocer el valor de las lombrices fue el naturalista inglés Gilbert White en 1789. También el biólogo Charles Darwin, padre de la teoría de la evolución de las especies, dedicó más de 10 años al estudio sobre la estructura, alimentación y vida de las lombrices de tierra. Tras varios estudios, se ha determinado que *Eisenia fetida* es una de las especies más empleadas, y se emplea principalmente en los Estados Unidos, España, Italia, Japón y algunos países latinoamericanos.

La lombricultura se define como la utilización de la lombriz de tierra como agente biológico en el proceso de transformación de los residuos orgánicos biodegradables con fines prácticos y a gran escala. ^[2]

La lombriz de tierra tiene un alto contenido nutritivo integrado por proteínas en 70 a 80%, aminoácidos esenciales y vitaminas, entre los que destaca la lisina 7.5%, metionina 2.1%, isoleucina y leucina y vitaminas como niacina, riboflavina, tiamina (B₁), piridoxina (B₆), cobalamina (B₁₂) y ácido fólico,^[5] y por este motivo, se

ha optado por procesarla para obtener harina, la cual se considera un excelente alimento para diversas especies de animales como aves y peces, incluso, para consumo humano. [20]



Figura 11. Lombriz *Eisenia fetida*. Schuldt, 2009.

La lombriz es un insecto de rápida reproducción y esto facilita la elaboración de harina que posteriormente, se puede procesar para producción de alimentos animales como carnada o suplementos o para consumo humano elaborando pan, galletas, frituras y demás alimentos que se procesan con harina esto, con la finalidad de disminuir los índices de desnutrición a un bajo costo.

Actualmente en México no se han registrado casos del consumo de harina de lombriz, sin embargo Filipinas es uno de los principales productores y consumidores de ésta, además de que se han registrado casos de consumo en regiones de África, Asia y muchos puntos de América Latina. [2] Se requieren 2 kg de lombriz para obtener aproximadamente 950 g de harina. [31]

ELABORACIÓN DE LA HARINA DE LOMBRIZ

Sacrificio: Debe conocerse el peso de lombriz viva obtenida para hacer las proporciones de rendimiento en peso de la harina producida. Se prepara en un recipiente de boca ancha una solución salina de 10 o 15% (100 a 150 gramos de sal por litro de agua) y en él se sumergen las lombrices totalmente; lo cual provoca movimientos violentos en las lombrices induciendo el purgado del tubo digestivo, y tomando el agua un color verde.

Lavado: Se lleva a cabo con agua abundante para retirar los desechos de la purga, hasta que el agua salga limpia. Para dejar escurrir el exceso de agua puede usarse una malla o colador que evite que las lombrices se vayan junto con el agua.

Secado: Debe usarse preferiblemente una lámina metálica en la cual se extienden las lombrices uniformemente y se exponen a una temperatura inferior de 70°C para evitar que se desnaturalice la proteína. El secado se suspende cuando la pasta formada se deja remover con facilidad, siendo de aspecto vidrioso, frágil y quebradizo, lo cual ocurre más o menos a las 3 horas.

Molido: Se realiza en un molino casero ajustado según el tamaño de las partículas que se desee obtener (finas o gruesas) y dependiendo del uso posterior. Es importante controlar la temperatura, y que no debe sobrepasar los 70°C, para evitar daños por temperatura a la proteína. Para grandes explotaciones se utilizan molinos industriales.

Empaque y almacenamiento: Puede empacarse la cantidad de harina de lombriz en bolsas plásticas limpias y secas, las cuales se cierran herméticamente para prevenir exceso de humedad [6]

5.2.4. CHAPULINES

Como se ha venido mencionando, los chapulines son característicos de Oaxaca, y se encuentran comúnmente en las milpas de maíz; y en donde se hierven en agua con ajo y limón y así es como los venden en el mercado.

TACOS DE CHAPULINES

INGREDIENTES

- 3 tasas de chapulines
- 100 gramos de mantequilla
- 10 dientes de ajo
- 3 limones

Para la salsa

- 8 chiles pasilla
- 8 dientes de ajo
- 5 cucharadas de aceite
- ½ cucharada de sal
- Tortillas de maíz

Preparación De Los Chapulines: Colocar la mantequilla en una sartén y los chapulines previamente lavados, agregar los dientes ajo sin cáscara y dorar durante 10 minutos, posteriormente agregar el jugo de 3 limones y tapar, y dejar reposar 4 minutos.

Preparación De La Salsa: Desvenar los chiles y ponerlos a freír juntos con los ajos en el aceite, atemperar y llevar a la licuadora, colocar chiles, ajos, aceite y sal. ^[6]

IV. CONCLUSIONES

Nuestro país se ha visto afectado por la situación económica, entre otras cosas, esto ha deteriorado de manera significativa el aspecto nutricional, a pesar de que existen diversas campañas y programas de apoyo, se ve reflejada la falta de información, pues se siguen presentando casos de desnutrición, y es por tanto indispensable implementar una estrategia informativa, la cual logre captar la atención de los habitantes de dichas zonas y el país en general, esto con la finalidad de lograr que disminuyan estas cifras de desnutrición.

A lo largo de la historia, la entomofagía se ha visto como costumbre pero desafortunadamente, por falta de información, esta tradición se ha visto deteriorada por la diversidad de alimentos que existen, sin embargo, se ha dejado de lado a los estados que por situaciones económicas, no tienen acceso a dichos alimentos.

En base a la investigación presentada, se puede concluir, que los objetivos se cumplieron puesto que, se logró identificar la situación nutricional actual en nuestro país, haciendo notar que se encuentra en déficit nutricional, así mismo, se logró analizar el requerimiento proteico de los habitantes de acuerdo a su edad y sexo lo cual es importante pues va de la mano con la ingesta adecuada.

Por otra parte, se hace notar que la ingesta de chapulines particularmente, es de suma importancia debido que tiene un aporte proteico que se puede comparar con la carne y es ideal para un desempeño óptimo además de ser bajo en grasas y costo y fácil de reproducir, capturar y preparar.

V. REFERENCIAS

[1] ACUÑA ARIAS, Flora: Química Orgánica/ 1ª edición, editorial Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica 2006. Págs. 313 - 315.

[2] ARAGONÉS, Carlos. Lombrices de tierra con valor comercial/ biología y técnicas de cultivo. Edición de Magdalena Mulia. Centeno de Educación de Chetumal 1898-1998

[3] ARANA, Federico. Insectos Comestibles Entre El Gusto Y la Adversidad/ 1ª edición Octubre 2006. Universidad Nacional Autónoma de México. Pág. 124

[4] BARQUERA. Simón. RIVERA-DOMMARCO, Juan Rivera. GASCA-GARCÍA, Alejandra: Políticas y programas de alimentación y nutrición en México/ Salud Pública Méx 2001; Vol. 43

[5] CALVO BRUZOS, CORAL; BOTICARIO BOTICARIO, CONSUELO. GUIA DE ALIMENTACIÓN Y SALUD: Alimentación en las etapas de la vida/ UNED, Facultad de Ciencias. Nutrición y Dietética. 2014

[6] CHAPA, M: Los tacos de México/ bienvenidos al paraíso. Editorial ink. Edición de sextil Online, SA de CV 2012. Sin páginas.

[7] El Sector Alimentario en México 2012/ Serie estadísticas sectoriales. Publicación numero 26 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado desde: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/SAM/2012/sam2012.pdf

[8] ESCOBAR, LATAPI. Agustín. Informe de evolución histórica de la situación nutricional de la población y los programas de alimentación, nutrición y abasto en México. Primera edición. México D.F. CONEVAL. Octubre 2010 Págs. 31-32

[9] FAO, 2014. The Contribution of Insects to Food Security, Livelihoods and the Environment. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Septiembre 22 2014 Recuperado desde: <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/>

[10] FAO. Manejo de Proyectos de Alimentación y Nutrición en Comunidades. Guía Didáctica, 1995. Pág. 34

[11] FUENTES. Mario Luis: México Social: el desafío del crecimiento demográfico. Marzo 2014

[12] GIL, Ángel. Tratado de nutrición; Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición/ Edición de Alberto Alcocer, 24 – 28036 Madrid. Editorial medica Panamericana. Pág. 334-339

[13] GUZMÁN. F. 1999. Grados día de desarrollo de *Phenarium purpurascens* (Charpentier) (Orthoptera: Pyrgomorpdidae) y su susceptibilidad a Beauveriabassiana (Bals.) bajo condiciones de campo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. SAGAR 2000 Recuperado desde:
<http://www.cesaveg.org.mx/new/fichastecnicas/fichatecnicasphenariumpurpurascens.pdf>

[14] HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Manuel: Tratado de Nutrición/ ediciones Díaz de Santos, S.A. Juan Bravo, 3-A 28006 MADRID. Pág. 111

[15] INIFAP 2011. El Chapulín Melanoplus sp y su Manejo en la Planicie Huasteca. Tecnología No. 1 INFAP. Febrero 2011. Recuperado desde:
<http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=110>.

[16] Insectos nutritivos, censados por la UNAM. Redacción 1 UNIÓN. Febrero 2014. Recuperado desde: <http://www.unionpuebla.mx/articulo/2014/02/27/medio-ambiente/insectos-nutritivos-censados-por-la-unam>

[17] JARDINES, GUZMÁN. Brenda Nalhely. Sanidad Vegetal. SAGARPA (secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación) Y SENASICA (servicio nacional de sanidad, inocuidad y y calidad agroalimentaria). Abril 2014

[18] JIMÉNEZ GUTIÉRREZ, Alfonso: Entrenamiento personal: Bases, fundamentos y aplicaciones. 2ª edición 2007. Barcelona- España. Pág. 263

[19] LONG, Janeth. CONQUISTA Y COMIDA, CONSECUENCIAS DEL ENCUENTRO DE DOS MUNDOS/ Colaboradores. Julieta Ramos-Elorduy , José

Manuel Pino Moreno/ Tercera edición 2003 Instituto de Investigaciones Históricas. Impreso y hecho en México. Pág. 93 – 94; 98.

[20] MARTÍNEZ, R. Beneficios de la lombriz de tierra/ El economista: opinión y análisis. Marzo 25, 2009.

[21] METCALF, C. L. y W.P. Flint. 1982. Insectos destructivos, insectos útiles. Sus costumbres y su control. 4a. Ed. CIA Editorial Continental, S.A. de C.V. México D.F. Recuperado desde: http://www.repsa.unam.mx/documentos/Castellanos-Vargas_y_Cano-Santana_2009_Chapulines.pdf

[22] MORA, Rafael: Soporte nutricional especial/ prólogo: Dan L. Waiteberg. 3ª edición Bogotá: Editorial Médica Panamericana, 2002. Pág. 64

[23] OLGUÍN-ARREDONDO, Héctor Armando. La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. Colaboradores, Guillermo Miranda Román, Baciliza Quintero Salazar, Beverly Ramos Rostro/ Vol. 9 N° 1 Universidad Autónoma del Estado de México/ Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México) págs. 82 – 84; 97 – 98.

[24] POPOCA, Juan A. el jumil o chinche de monte. Un platillo extraño. Parnasus Americano 2012

[25] Publicación bimestral de ciudades patrimonio. Boletín bimestral. Edición No 1. Derechos reservados 2013. Recuperado desde:

<http://www.ciudadespatrimonio.mx/>

[26] RAMOS, ELORDUY, J (2006) Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. Folia Entomológica Mexicana 2006 volumen 45 número 3. Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42445304>

[27] RAMOS-ELORDUY, J. Alimentación y nutrición. Revista del consumidor Profeco septiembre 2003. Recuperado desde: http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_03/insec_comes_sep03.pdf

[28] RAMOS-ELORDUY. Julieta. PINO, MORENO. José Manuel. BIODIVERSIDAD DE OAXACA. Fondo oaxaqueño para la conservación de la naturaleza. INSTITUTO DE BIOLOGÍA. Universidad Autónoma Nacional de México. Primera edición, 2004. Pág. 569-571

[29] RODRÍGUEZ RIVERA, Víctor Manuel: BASES DE LA ALIMENTACIÓN HUMANA; Utilización y metabolismo de las proteínas. Colaboradores Alfredo Fernández Quintela, Eduine Simón Magro. Editora Paola Paz Otero, editorial: Gesbiblo, S.L. España, 2008. Págs. 302-304

[30] SANTIAGO. BASILIO, Miguel Ángel: Control Mecánico del Chapulín y su Aprovechamiento/ Colaboradores: Ing. Miguel Ángel Santiago Basilio, Ing. Everardo Piña Monrreal, Ing. Omar López Antúnez, T.A. José Luis Morales Mendoza. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Querétaro, A.C.

[31] SARRÍA, A. MORENO, LA. BUENO, M: ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN; Requerimientos nutricionales recomendados durante la niñez y la adolescencia. En: Tojo R. Tratado de Nutrición Pediátrica/ 2ª edición. Ed. Ergon, 2003.

[32] SERRANO. L. RAMOS, E. J. 1990. Biología de *Sphenarium purpurascens* Charpentier y algunos aspectos de su comportamiento (Orthoptera: Acrididae). Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zoología. Págs. 55-60

[33] TARANGO, ARÁMBULA. Luis A. Los escamoles y su producción en el altiplano Potosino-Zacatecano. PESPYN. "Revista de salud Pública y Nutrición" Edición especial No. 04 2012

[34] URIBE, GONZÁLEZ. Eliseo. SANTIAGO, BASILIO. Ángel. Contribution to the knowledge of natural enemies of the grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) in the state of Querétaro, Mexico

[35] VIESCA, GONZÁLEZ. Carlos Felipe. ROMERO CONTRERAS, Tonatiuh. El Periplo Sustentable, Publicación Semestral, Número: 16, Enero / Junio 2009. Universidad Autónoma del Estado de México. Pág. 61 –

[36] VIESCA, GONZÁLEZ. Felipe. ROMERO. Alejandro. La Entomofagia en México: Algunos aspectos culturales. Publicación No.16. Enero/Junio 2009. Pág. 65

[37] WILLIAMS H. Melvin: Nutrition for Health, Fitness& Sport / Traducción de Martha Moreno. Editorial Paidotribo 2002 Barcelona. 5ª edición. Págs. 214 - 219; 242 - 245; 255 – 256.

[38] ZAMILPA, MEJÍA. Norma Griselda: Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012. FAO 2013. Capítulo I pág. 4