



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA**

**“DETECCION DE MINERALES  
POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION  
ATOMICA EN ALGUNOS INSECTOS  
COMESTIBLES DE LA REPUBLICA  
MEXICANA”**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G O**

P R E S E N T A :

**JOSE LUIS MUÑOZ LOPEZ**

Los Reyes Iztacala, Edo. de México

1986



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.

# DEDICATORIA

ESTE TRABAJO REPRESENTA UN ESFUERZO CONSECUTIVO PARA EL LOGRO DE UNA META, POR LO QUE LO DEDICO A TODAS LAS PERSONAS QUE ME HAN BRINDADO DE MANERA DESINTERESADA SU APOYO, CONSEJOS Y ENSEÑANZAS A LO LARGO DE MI CAMINO Y QUE RECORDARÉ COMO ALGO QUE DEJÓ HUELLA TRASCENDENTE EN MI VIDA Y EN MI FORMACIÓN PROFESIONAL.

A MI MADRE, GENOVEVA LÓPEZ:

QUIEN HA SIDO LA BASE EN LA PIRÁMIDE DE MI EXISTENCIA. CON ADMIRACIÓN, RESPETO Y EL MÁS PROFUNDO AMOR YA QUE CON ESE GRAN ESPÍRITU DE LUCHA ME HAS DADO UN GRAN EJEMPLO.

A MI PADRE, MARGARITO MUÑOZ LÓPEZ:

PORQUE ESTOY ORGULLOSO DE TÍ Y POR ESTIMULARME A VER LA VIDA DE UNA MANERA PRÁCTICA Y POSITIVA.

A MIS HERMANOS:

CUANDO PONGAN UN PIE ADELANTE, NUNCA RETROCEDAN. PONGAN EL OTRO ARRIBA. NO TEMAN SUBIR; TEMAN BAJAR. QUE NO LES PAREZCA INACCESIBLE LO QUE ES ACCESIBLE PARA LOS DEMÁS, SI LOS MEDIOS PARA CONSEGUIRLO SON LOS QUE ACONSEJA LA INTELIGENCIA, LA INTEGRIDAD Y LA DIGNIDAD.

A MI TIA MARY:

QUIEN VIVE EN MIS RECUERDOS PORQUE MOTIVÓ  
UN CONSTANTE DESEO DE SUPERARME EN LA VI-  
DA, Y SUS PALABRAS DE ALIENTO HICIERON  
POSIBLE EL NO CLAUDICAR ANTE LOS PROBLE-  
MAS PRESENTADOS.

A MARÍA LUISA Y HÉCTOR T. PAREDES:

A QUIENES LES TENGO UN PROFUNDO CARIÑO  
Y UNA GRAN ADMIRACIÓN.

A MIS SOBRINAS:

VIVAN SU PRESENTE Y APÉGUENSE AL ESTUDIO,  
PUES ELLO LES ABRIRÁ LAS PUERTAS A UN MUNDO  
DESCONOCIDO Y MARAVILLOSO...  
¡APRENDAN A SER LIBRES!

A MI FAMILIA, A MIS AMISTADES:

GRACIAS POR SU APOYO.

A LA PROFESORA ROSA MARTHA PÉREZ GUTIÉRREZ  
Y A LA DRA. JULIETA RAMOS E. DE CONCONI:

POR SU VALIOSA AYUDA Y ASESORAMIENTO DURANTE LA ELABORACIÓN Y DESARROLLO DE ESTA TESIS QUE REPRESENTA UN PASO MÁS EN MI VIDA PROFESIONAL. ADEMÁS POR SU TRATO AGRADABLE Y POR GOZAR DE SUS DIÁLOGOS ALEGRES Y FESTIVOS QUE EN MUCHAS OCASIONES HACEN OLVIDAR LOS PROBLEMAS.

A JOSÉ MANUEL PINO M.  
Y A JOSÉ F. AGUIRRE J.:

POR SU AMABLE AYUDA EN LA REVISIÓN, CORRECCIONES Y SUGERENCIAS EN ESTE TRABAJO, POR SU AMISTAD,

A LOS "SALADINOS":

*"Vosotros sois el tiempo mismo...  
lleváis el amanecer en vuestra alma..." Azorín.*

UNA GENERACIÓN DE COMPAÑEROS COMO USTEDES NO SE PUEDE OLVIDAR, PORQUE LOS RECUERDOS BELLOS E INOLVIDABLES SEGUIRÁN SIENDO LA "SAL" EN NUESTRAS CHARLAS. ESPERANDO QUE LA AMISTAD QUE NOS UNE SE ACRECIENTE Y SUS VIDAS ESTEN LLENAS DE SATISFACCIONES Y FELICIDAD... EN ESPECIAL A MEMO, HÉCTOR, AGUSTÍN, ARMANDO Y EL K'NITO.

## CONTENIDO

PRESENTACION.....	1
RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.	
IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS COMESTIBLES EN LA PROBLEMATICA DEL HAMBRE Y LA MALA NUTRICION.....	3
IMPORTANCIA DE LOS MINERALES.....	8
ANTECEDENTES.	
PRACTICA DE LA "ENTOMOFAGIA".....	13
OBJETIVOS.....	16
AREAS DE ESTUDIO.	
SITUACION GEOGRAFICA Y NUTRICIONAL.....	17
METODO EXPERIMENTAL.....	21
MATERIALES Y METODOS.	
A). FASE DE CAMPO.....	26
B). FASE DE LABORATORIO.....	27
RESULTADOS.....	32
DISCUSION.....	45
CONCLUSION.....	55
BIBLIOGRAFIA.....	56

## P R E S E N T A C I O N

Aunque el alimento cubre las necesidades comunes de todas las personas, los hábitos alimenticios son infinitamente complejos, puesto que se derivan de las primeras experiencias del hombre y están influidos por su familia, así como por su ambiente social, económico, geográfico, étnico y religioso. Por tanto, si se estudian los hábitos alimenticios, se aprende mucho sobre la cultura de un pueblo. No es posible estudiar la cultura de cualquier grupo de personas sin comprender aunque sea en poco grado, sus costumbres alimenticias.

Desarrollemos pues, actitudes de respeto y tolerancia para los individuos que pueden tener hábitos alimenticios que difieren considerablemente de los de otros.

## RESUMEN

Se cuantificaron las sales minerales totales y algunos elementos minerales en cuarenta y cuatro especies de insectos comestibles de algunas localidades de la República Mexicana. Los análisis se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica a la flama, después de un proceso de preparación de las muestras. En las determinaciones se encontraron notables variaciones en el contenido de minerales entre las diferentes especies y su localidad. Estos organismos aprovechados racionalmente, ofrecen una fuente alternativa para mejorar los niveles actuales de alimentación en áreas donde las condiciones bioecológicas son adversas, siendo muchas las posibilidades de cultivo ya que no requieren de grandes gastos en tecnología.

## INTRODUCCION

### IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS COMESTIBLES EN LA PROBLEMATICA DEL HAMBRE Y LA MALA NUTRICION.

México, al igual que gran parte de los países del mundo, atravieza por una seria crisis económica que se explica, entre otras causas, por la vulnerabilidad del sistema económico nacional debida a las insuficiencias estructurales, la persistencia de desigualdades sociales, la escasez de recursos para financiar sanamente el desarrollo y a problemas económicos coyunturales.

Para alcanzar una sociedad igualitaria es necesario satisfacer sus requerimientos básicos de alimentación los que, junto con los de educación, salud y vivienda, condicionan el desarrollo pleno de los individuos. De aquí que se busque dar prioridad a las actividades de producción de alimentos para lograr la autosuficiencia y seguridad alimentaria.

Pese a la enorme riqueza de recursos naturales que posee nuestro país, así como a su variedad topográfica y de climas, la población se ha caracterizado desde la época colonial como predominantemente pobre y desorganizada, por lo que la alimentación de grandes sectores sociales es incorrecta y su nutrición inadecuada, limitando las potencialidades de los individuos y su capacidad de desarrollo.

Si bien la desnutrición afecta a grandes grupos de la sociedad, cabe resaltar; que es dos veces más frecuente, en promedio, en las zonas rurales; que prevalece y es más grave en el sur, centro y sureste del país; y, que afecta princi-

palmente a los niños, a las madres gestantes y en etapas de lactancia, y a los ancianos, definidos como grupos "vulnerables" debido a sus necesidades específicas y a los patrones culturales que los afectan.

La evidente problemática del hambre y la desnutrición en el mundo y particularmente en México, ha sido señalada por varios autores e instituciones, identificándose como el problema número uno para la salud e igualmente se ha indicado que la desnutrición es el factor que más contribuye a la mortalidad infantil en los países en vías de desarrollo. Como ya se ha mencionado (Conconi, J.R.E. de, 1974; Conconi, J. R.E. de y H. Bourges R., 1977; Conconi, J.R.E. de y J.M. Pino M., 1979) su solución obliga a promover una adecuada alimentación para la mayoría de la población mundial y explorar nuevos medios para lograrla, lo cual hace urgente contar con nuevas fuentes alimenticias que enriquezcan la dieta básica y estén dentro de las costumbres tradicionales de alimentación (Zubirán, S. et al., 1975; De Castro, J., 1973; FAO, 1970).

En la investigación de un nuevo alimento es importante respetar las costumbres tradicionales de alimentación y complementar los recursos agropecuarios clásicos, de ésta manera las necesidades dietéticas de la población mundial en constante aumento y cuya deficiencia alimenticia fundamentalmente estriba en la cantidad y calidad de proteínas, sales minerales y vitaminas ingeridas per capita, sería satisfactoria. La carencia más patente es la de proteína animal, habiéndose asimismo indicado que los insectos podrían ser una fuente de ella (Conconi, J.R.E. de, 1974; De Foliart, G.R., 1975; Dufourd, P.A., 1981) debido a que son el grupo zoológico dominante en nuestro planeta; ellos constituyen las 4/5 partes del reino animal y parte de este éxito adaptativo se

debe al elevado potencial reproductivo que poseen, ciclos de vida cortos, su diversidad, su gran adaptabilidad, etc., además, los insectos son un enorme recurso natural renovable que en los ecosistemas forma parte de la fauna silvestre. Estos organismos aprovechados sistemáticamente serán un recurso disponible y confiable productor de un alimento de alto valor nutritivo, especialmente por la elevada proporción de proteínas, sales minerales, grasas y vitaminas que albergan, lo cual ha sido reportado por varios autores (Mac Hargue, J. S., 1917; Lapp, C. & J. Rohmer, 1937; Hoffmann, W.E., 1947; Aulfret & Tanguy, 1947-8; Bodenheimer, F.S., 1951; Cravioto, R.O. et al., 1951; Massieu, G. et al., 1951; Cravioto, R.O. et al., 1953; Teotia, J.S. & B.F. Miller, 1974; De Foliart, G.R., 1975 Conconi, J.R.E. de et al., 1984).

Si bien es cierto que los habitantes de los poblados rurales acostumbran combinar frijoles, tortillas y chiles con algunos insectos (gusanos de maguey, escamoles, chamoés, chapulines, etc.) así como lo hacen con otros animales como los tepocates, víboras, conejos, liebres, etcétera, la verdad es que lo hacen en forma inadecuada e insuficiente. De allí la importancia de incrementar cuanto antes su dieta, consumiendo alimentos del lugar y en forma balanceada, de acuerdo a las necesidades nutricionales de los individuos, lo que evitaría, en gran medida la desnutrición, y aumentaría el rendimiento del hombre.

Los caracteres biológicos que han permitido a los insectos ser el grupo animal más numeroso y variado; que comprenden más de un millón de especies existentes sobre la tierra (Ross, H.H., 1978), los ha capacitado para competir con el hombre por los alimentos. De hecho, se sabe que en este aspecto, los ataques más directos y fatales producidos al hom-

bre son realizados por los insectos, causándole graves daños tanto de salud como económicos.

Muchos de los escritos acerca de los insectos, tratan de su acción destructiva, a tal grado que hemos llegado a olvidar que gran número de éstos pueden llegar a aportar grandes beneficios al hombre. El adagio "Todas las cosas tienen su lado bueno", encuentra verdadera expresión entre este grupo de aparentes saqueadores. Muchas especies de insectos son ciertamente beneficiosas. El ejemplo más notable lo constituye la abeja de la miel, la cual no solo produce una cosecha comercial de alto valor económico, sino que también poliniza muchas especies de plantas (Ross, H.H.,1978).

Indirectamente, los insectos adquieren gran importancia como abastecedores de alimento humano ya que ellos proporcionan el material básico, cuando éstos son transformados en el interior de los cuerpos de los animales, principalmente de aves y peces, los cuales más tarde pasan a formar parte de nuestro alimento (DeLong, D.M.,1960; Reyes, C.,1976), esto es, la mayor parte de aquellos (los insectos) son componentes del inicio de la cadena alimenticia.

Ahora bien, el valor de un animal particular como una fuente de alimento humano, no solo es determinado por su valor nutritivo, sino que también se relaciona con la eficiencia con la cual convierte el alimento que consume, en peso de su propio cuerpo; en otras palabras, el peso más alto ganado por cada gramo de alimento consumido, corresponde al animal más eficiente en la conversión del alimento. Varios insectos estudiados para conocer su eficiencia de conversión, han mostrado buenos resultados, dando con esto, un elevado beneficio nutritivo (Taylor, R.L.,1975; Conconi, J.R.E. de, 1982).

Todo lo anterior, remarca la importancia de esta clase animal para ser considerada como una opción inmediata en la alimentación de la población, digna de ser aprovechada, ya que estos organismos cumplen con varios requisitos de importancia, como los que debe cumplir un alimento de buena calidad (Romero, L.A.,1984).

## IMPORTANCIA DE LOS MINERALES.

Los minerales se pueden considerar como nutrimentos indispensables ya que el organismo no los sintetiza. Estas sustancias son inertes en comparación con los compuestos vitamínicos, orgánicos y complejos, y participan activamente llevando a cabo una impresionante variedad de funciones metabólicas: construyen, activan, regulan, transmiten y controlan.

Los elementos minerales constituyen proporción pequeña (4%) de los tejidos corporales. Sin embargo, son esenciales como componentes formativos y en muchos fenómenos vitales. Algunos de ellos forman tejidos duros como los huesos y los dientes; otros se encuentran en los líquidos y tejidos blandos. El equilibrio de iones minerales es importante en algunas funciones, por ejemplo, la cantidad y la proporción de calcio y fósforo en la osteogénesis; la razón entre calcio y potasio en el líquido extracelular. Los electrólitos, entre los cuales los más importantes son las sales de sodio y potasio son sustancias de gran importancia en el control osmótico de fluidos celulares y el pH. Otros minerales pueden actuar como cofactores de complejos enzimáticos o bien forman parte constitutiva de algunas macromoléculas, como el hierro en la hemoglobina, el zinc en la insulina, el cobalto en la vitamina B<sub>12</sub> y el azufre en la tiamina y la biotina. La tabla I es un resumen de las principales funciones biológicas de varios minerales importantes para el hombre.

Debido a que estos elementos desempeñan papeles muy diferentes y se requieren en formas y concentraciones distintas se han clasificado arbitrariamente en tres grupos, según la cantidad que el hombre necesita para mantenerse en buenas condiciones de salud (Badui, S.,1982).

El primer grupo (Macronutrientes) está constituido por los siguientes: calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cloro y azufre, que son requeridos en concentraciones altas (contribuyen de un 60-80 por ciento de material inorgánico del cuerpo). El segundo grupo, que recibe a menudo el nombre de micronutrientes u oligoelementos está formado por fierro, cobre, yodo, manganeso, cobalto, zinc y molibdeno, que se necesitan únicamente en cantidades de 1 mg o menos. Finalmente, en el tercer grupo (que algunos autores llaman ultramicronutrientes) se encuentran fluor, aluminio, boro, selenio, cadmio, litio, cromo y otros minerales que no están bien estudiados y existe mucha controversia sobre la verdadera necesidad que el hombre tiene de estos elementos (Amen, R.J., 1973). Pueden hallarse en el tejido animal en forma de contaminantes ambientales, pero hasta ahora no se sabe si desempeñan algún papel esencial en la nutrición.

En los alimentos naturales, los minerales se encuentran en varias formas, mezclados o combinados con proteínas, grasas y carbohidratos. Los alimentos elaborados o refinados, como grasas, aceites, azúcar y almidón de maíz casi no contienen minerales.

La concentración total de minerales en los alimentos o tejidos animales son determinados por la incineración de la materia orgánica (combustible) de una cantidad dada del alimento y por diferencia de peso se cuantifican las cenizas. Estas se analizan para averiguar la presencia de elementos minerales particulares, los cuales pueden ser determinados teniendo presente que un análisis de las cenizas no aclara las combinaciones en que se encuentra un mineral determinado, ya sea en el tejido o en el alimento. La mayor parte de los alimentos se han analizado respecto a diez o más elementos

TABLA I  
 FUNCION BIOLÓGICA DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS PARA LA NUTRICION

ELEMENTO	FUNCION	FUENTES EXOGENAS
Fósforo	Formación de huesos. Fosforilación de glucosa. Transporte de ácidos grasos. Formación de ATP.	Leche, aves de corral, pescado, carne, queso, nueces, leguminosas.
Magnesio	Formación de huesos y dientes. Coenzima del metabolismo de carbohidratos y proteínas. En líquido intracelular. Regula los músculos y los nervios.	Núeces, cereales, leche, carne, hortalizas verdes.
Sodio	Principal catión del líquido extracelular. Control de la presión osmótica. Regula el balance de electrólitos y de agua. Permeabilidad de las células. Transmisión electroquímica.	Sal común, productos animales.
Potasio	Principal catión del líquido intracelular. Regula el balance de electrólitos y de agua. Formación de glucógeno y síntesis de proteínas.	Carnes, cereales, frutas, verduras.
Calcio	Osteogénesis y formación de los dientes. Coagulación sanguínea. Regula la contractilidad muscular, incluido el ritmo cardíaco. Activa las enzimas. Transmisión cerebral.	Leche, queso, algunas hortalizas verdes.
Hierro	Constituyente de la hemoglobina. Oxidación celular por citocromos. Sistema inmunológico.	Hígado, carne, granos, leguminosas, yema de huevo, frutas secas.
Zinc	En enzimas carboxipeptidasas y deshidrogenasas. Ayuda a almacenar la hormona insulina.	Productos animales: mariscos, carne, leche, huevo, leguminosas.
Cobalto	Constituyente de la vitamina B <sub>12</sub> . Esencial en la formación de glóbulos rojos.	Carne, leche y menudillos.
Manganeso	Formación de urea. Metabolismo de proteínas. Oxidación de glucosa. Síntesis de ácidos grasos.	Ampliamente distribuido en los alimentos.
Azufre	Integrante de tejidos corporales (en particular del pelo y las uñas) y de compuestos orgánicos específicos. Activador de enzimas. Reacciones de detoxificación.	Alimentos proteínicos (aportado por los aminoácidos sulfurados).
Cobre	En enzimas. Síntesis de hemoglobina. Absorción y transporte de hierro. Formación de huesos y constituyente del tejido cerebral.	Hígado, nueces, leguminosas.

Fuente: Amen, R.J., 1973.

minerales, pero en la práctica dietética las cifras que se usan con más frecuencia son las del calcio, fósforo e hierro y con fines terapéuticos las del sodio, potasio y magnesio.

El problema de disponer fácilmente de elementos minerales para fenómenos fisiológicos estimula investigaciones en este campo. Hace 50 años o más, el criterio que prevalecía era que las formas orgánicas de los minerales en alimentos vegetales y animales se utilizaban mejor que las inorgánicas. Sin embargo, las investigaciones actuales han desechado esa teoría, ya que se sabe que muchos minerales se presentan en la forma inorgánica en los alimentos naturales y en forma original se absorben en el tubo digestivo sin modificarse.

Enfermedades carenciales.

Una enfermedad carencial ocurre cuando una o más de las sustancias nutricionales básicas no se encuentran presentes en el alimento de un individuo en cantidades adecuadas para mantenerlo en un estado de salud óptima. Las deficiencias de grasas o carbohidratos pueden no acompañarse de enfermedad si otros elementos se encuentran disponibles en la dieta para proporcionar el número necesario de calorías. Sin embargo, la mayoría de las enfermedades carenciales son causadas por un suministro inadecuado de proteínas, minerales y vitaminas.

Las deficiencias nutricionales son una causa principal de enfermedad y muerte en muchas partes del mundo.

Las deficiencias pueden ser causadas por otros factores además de la exclusión de cantidades adecuadas de una sustancia nutricional en la dieta. La preparación del alimento puede reducir las cantidades de elementos nutricionales que se

encontraban originalmente presentes.

En algunas enfermedades las necesidades nutricionales están aumentadas ya sea debido a una mayor utilización, o a una mayor pérdida o destrucción de cierta sustancia en el cuerpo. En estos casos se desarrollan deficiencias a menos que se proporcionen las sustancias apropiadas en mayores cantidades.

En muchas áreas del mundo, uno o más de los minerales vitales pueden encontrarse en cantidades insuficientes o faltar por completo en el suelo. En tales áreas, es en particular, grande el riesgo de desarrollar una carencia mineral ya que la vegetación que crece en este suelo es en sí misma pobre en suministros minerales.

Cuando se requieren minerales para propósitos estructurales, se les necesita en cantidades relativamente grandes. Por esta razón, las dietas de los niños en crecimiento deben contener grandes cantidades de minerales. La leche se encuentra entre las mejores fuentes de calcio y fósforo; sin embargo, los adultos necesitan mucho menos minerales estructurales, de modo que ellos rara vez necesitan beber más de medio litro de leche al día.

## ANTECEDENTES

### PRACTICA DE LA "ENTOMOFAGIA".

Los hábitos alimenticios de un país están marcados por las pautas culturales que en él prevalezcan y por las costumbres tradicionales. Existen rituales religiosos, culturales y supersticiones, siendo indudable que el nivel de educación influye enormemente en las deficiencias nutricionales.

En muchas regiones, los alimentos que la gente consume constituyen un reflejo de sus prejuicios y creencias. Estos crean tabúes que impiden el consumo de alimentos de alto valor fisiológico. Existen ejemplos en todas partes del mundo que confirman esta opinión.

En Bolivia, algunos campesinos y también algunos maestros rechazan la leche en polvo disponible gratuitamente porque consideran que está preparada con harina de frijol o porque creen que les causa trastornos intestinales. En Costa Rica, parte de su población no quiere comer platos preparados con sangre cocida, de bajo precio y gran valor nutritivo, por considerarla comida para animales (Caputti, T.H.,1960). En Kenia, las mujeres evitan comer huevos porque temen que les provoque esterilidad (Bowman, B.,1967) y el mismo alimento no se da a los niños pequeños porque creen que puede causarles ceguera y sordera (Ojiambo, J.A.,1967). Se sabe que en la India las vacas son sagradas; sin embargo, ha ocurrido que presionados por el hambre los habitantes violan el tabú y comen a estos animales.

Los insectos son usados como alimento en muchas partes del mundo, especialmente en regiones donde las condiciones bioecológicas son adversas (Ancona, L.H., 1931, 1932; Wallace, A.R., 1852; Conconi, J.R.E. de y H. Bourges R., 1977; Ruddle, K., 1973; Skinner, A., 1910; Thompson, B.P., 1954; Tihon, L., 1946). Los indígenas encuentran una importante provisión alimenticia, inclusive algunos insectos secos son almacenados en grandes cantidades y utilizados en los períodos de escasez de alimentos, y son consumidos de una manera selectiva y organoléptica.

La "entomofagia", o sea, el consumo de insectos por humanos, es conocida desde hace mucho tiempo. Entre los insectos comestibles se pueden citar un gran número de especies dependiendo de la región y la estación del año; son consumidos en las diferentes etapas de su desarrollo: huevos, larvas, pupas y adultos, y las personas que los consumen afirman que tienen un sabor agradable.

Los mexicanos y los mayas, pueblos agricultores, tenían una alimentación de tipo mixto y entre los productos obtenidos del reino animal figuraban varias especies de insectos, entre los que puede mencionarse el ezcauhitli, a base de unos gusanillos como lombrices (que son larvas de moscas acuáticas) y el ahauhtli, huevecillos del mosquito llamado axayácatl (corixido), que aún los españoles comían. Se consumían también los gusanos que se criaban en el maguey, los llamados meocuili, blancos y muy apreciados, y los tecaoli o chilocuili, de color rojo; asimismo los del maíz y varios de origen acuático, como los denominados ocuiliztac (gusanos de las tierras húmedas, que al tostarse se pone blanco); Atopinan (insecto acuático de color oscuro), atetepitz y ahuhitli (Dávalos, E., 1965).

Juzgando por la literatura, los grupos de especies generalmente conocidos como hormigas, abejas, avispas, chapulines y escarabajos, así como los gusanos del maguey, son probablemente los insectos que más se consumen y que cuantitativamente proporcionan grandes cantidades de alimento. Una gran variedad de insectos de los órdenes Orthoptera, Hemiptera, Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera y Trichoptera, son reportados como consumidos en varios lugares de la República Mexicana (Conconi, J.R.E. de et al., 1984).

Conconi y Bourges (1977) reportaron en ese año, 491 especies de insectos comestibles registrados en el mundo, agrupadas en 50 familias. En México se han registrado hasta la fecha 180 especies, agrupadas en 31 familias, habiéndose investigado solamente en algunos Estados del centro, sur y sureste de la República Mexicana.

Como puede notarse, la entomofagia ha jugado un papel importante en la dieta de muchos grupos autóctonos, ayudando a compensar las deficiencias de proteína animal y otros componentes vitales en la alimentación, y aunque el consumo de estos organismos ha sido considerado como una práctica arcaica que va desapareciendo debido a la introducción y utilización de sistemas más modernos de subsistencia, aún se encuentran regiones donde consumen gran variedad de insectos, ya sea por tradición o costumbre, por gusto, o por la necesidad de ingerir algún tipo de alimento que les permita mantener en buena medida su metabolismo.

## OBJETIVOS

- 1). Se coleccionarán diversas especies de insectos comestibles en algunas zonas del país consideradas como de mala y muy mala nutrición (Oaxaca, Hidalgo, Guerrero, Morelos, Chiapas, Puebla, Estado de México).
- 2). Se determinará el contenido de sales minerales totales en cada una de las especies coleccionadas, así como los elementos: Sodio, Potasio, Calcio y Magnesio (entre los macronutrientes) y Zinc, Hierro y Litio (entre los micronutrientes).
- 3). Se indicará la importancia de los insectos como un recurso alimenticio de alta calidad estableciendo una comparación con alimentos de consumo popular.

## AREAS DE ESTUDIO

### SITUACION GEOGRAFICA Y NUTRICIONAL.

México posee una gran heterogeneidad geográfica y gran parte del territorio nacional está formado por zonas áridas o semiáridas sin tierras laborables. Por otra parte, los lugares en que éstas tienen las condiciones adecuadas para la labranza son en su mayoría tierras de temporal sometidas a condiciones climáticas muy variables, causando algunas veces la pérdida de los cultivos por falta de lluvia o por algún otro factor biótico o abiótico. Debido a estas características y a la no utilización de técnicas adecuadas, además de otros factores, México se encuentra considerado entre los países con una mala alimentación y una alta desnutrición entre su población (Ramírez, et al., 1973; Conconi, J.R.E. de, 1982).

En el mapa que se muestra en la figura 1 para describir los niveles nutricionales en México, se muestra otro fenómeno, el de las grandes diferencias regionales. Este mapa fue elaborado al irse acumulando todos los datos de las encuestas realizadas entre 1960 y 1975. Las zonas de color oscuro, señalan aquellas donde se sufren condiciones de alimentación y salud, comparables a las peores que se dan en el planeta, y como es fácil advertirlo, corresponden en un 80% a las zonas indígenas. El hecho de que esta población pueda sobrevivir bajo niveles de consumo de proteínas como los anotados, se explica solo por el largo proceso de adaptación que han venido padeciendo. Por sí, es la desnutrición la que ha seleccionado a los más resistentes, pero también ha limitado mucho el logro de sus capacidades mentales (Chavez, A., 1982).

El hecho permanente de la insuficiencia en proteínas animales, es causa de una gran parte de los males que aquejan al pueblo; su poca resistencia en el trabajo, el impacto que el alcohol produce en el organismo desnutrido y, sobre todo, las cifras de mortalidad infantil hasta los cuatro años de edad.

Con base en estos datos, observamos que los Estados de Hidalgo, Oaxaca, Guerrero, Morelos, Chiapas, Puebla y México se encuentran catalogados dentro de los que presentan una alimentación mala y muy mala. De ahí la importancia que se tiene por estudiar el estado nutricional de dichas regiones.

De acuerdo a encuestas más recientes, habrá necesidad de volverse a revisar este mapa, pero es probable que las condiciones varíen muy poco, porque las diferencias regionales están dadas, más por las características socioeconómicas de sus poblaciones y por su composición por estratos sociales, que por su localización geográfica, o sea por los hábitos o características culturales de los grupos que las habitan.

Considerando al país por grandes áreas, se puede ver en el cuadro 1 que los niveles de consumo varían mucho. Las diferencias saltan a la vista entre las regiones del Norte y del Golfo, con mejor dieta, con las de dieta más deficiente del Sur y Sureste (Chávez, A., 1982). Los suministros alimenticios en las zonas estudiadas son limitados y los hábitos dietéticos son generalmente malos, por lo que las personas llegan a sufrir enfermedades carenciales.

En el Sur y en el Sureste, y en gran parte de la región central, los niveles de consumo son francamente de miseria y

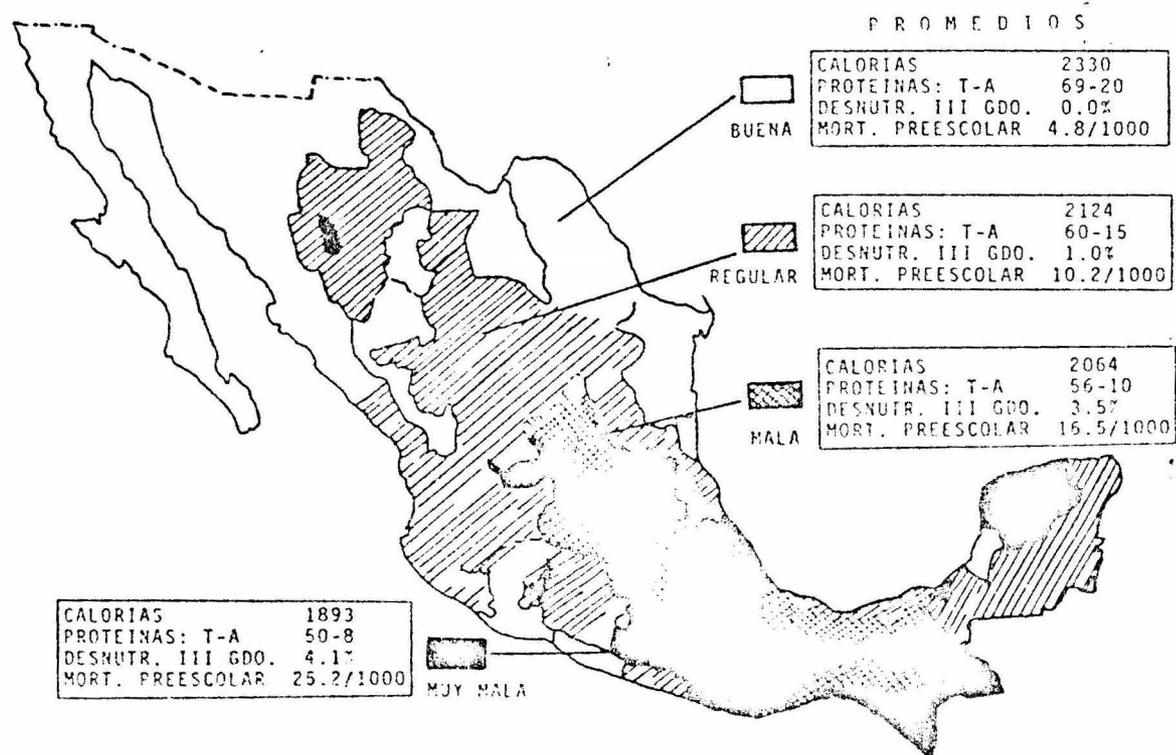
denotan hambre. Se explican sólo en función de la adaptación ya mencionada de las personas a la pobreza de su dieta, adaptación que explica la muy reducida estatura y el bajo peso corporal de sus habitantes, que se traducen en una actividad física reducida y hasta en ciertos ajustes metabólicos, los cuales en realidad corresponden a síntomas de desnutrición, pero que explican la sobrevivencia de estas comunidades.

CUADRO 1

CONSUMO CALORICO PROTEINICO DIARIO  
PER CAPITA EN FAMILIAS RURALES

ZONA	CALORIAS	PROTEINAS TOTALES (g)	PROTEINAS ANIMALES (g)
I Norte	2131	60.8	10.4
II Centro Occ.	1972	57.8	10.3
III Golfo	2163	56.6	18.4
IV Sur	2007	53.4	8.9
V Sureste	1911	48.4	5.2

FIGURA 1  
SITUACION NUTRICIONAL EN LA REPUBLICA MEXICANA  
POR REGIONES GEOECONOMICAS



T: total  
A: animal

## METODO EXPERIMENTAL

Actualmente se cuenta con técnicas analíticas que nos permiten determinar mínimas concentraciones de metales en diferentes muestras biológicas con exactitud y precisión, como son: Polarografía, Fluorescencia de rayos-X, Activación neutrónica, Voltametría y Espectrofotometría de emisión y de Absorción Atómica. Con este último método se realizó el presente trabajo.

La espectrofotometría de Absorción Atómica es una rama del análisis instrumental relativamente nueva y abarca cualquier método analítico en el cual, un elemento es atomizado en forma tal, que permite la observación, selección y medida de su espectro de absorción.

En términos generales, el método se basa en la medida de la absorción producida en un haz de radiación de longitud de onda apropiada, procedente de una fuente de emisión de intensidad constante, por un medio compuesto de átomos del elemento a determinar. De acuerdo a lo anterior, la cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que esté en su condición original o sujeta a pretratamiento.

La sensibilidad en absorción atómica se considera, generalmente, como la concentración que representa el 1% de la absorción bajo condiciones de operación dadas. Si el instrumento está operando a la máxima sensibilidad, este valor es equivalente a la concentración mínima requerida para ser de-

tectada.

Para analizar el contenido de elementos minerales en los insectos, se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica Pye Unicam SP 192, el cual está construido para verificar la determinación rápida de sodio, potasio, calcio, magnesio y otros elementos. La figura 2 servirá de referencia para la siguiente descripción.

El aparato es un espectrofotómetro combinado con un quemador, un circuito electrónico amplificador a base de bulbos al vacío y un galvanómetro que registra cuantitativamente la cantidad de luz emitida por un elemento determinado. Así, se puede considerar este instrumento formado por 4 secciones:

a). Sistema de emisión.- consiste en una fuente de radiación que emite el espectro del elemento. En este caso se empleó una lámpara de cátodo hueco para cada elemento determinado. El modulador también se considera parte del sistema, ya que su función es cortar el haz de luz de la fuente, interrumpiéndolo periódicamente, para lograr un doble haz: el de referencia y el de muestreo. El corrector de deuterio que sirve para corregir la absorción falsa que pueda ocurrir durante el proceso, completa este sistema.

b). Sistema de absorción.- consta de un quemador y un aspersor de vidrio que trabaja con aire comprimido a presión constante ( $0.7 \text{ Kg/cm}^2$ ). Aquí la muestra entra por un capilar donde es recibida por la corriente de aire y asperjada en una cámara nebulizadora, que nebuliza el agua hacia la salida del quemador. Se utilizan dos tipos de quemadores de los cuales, uno es para acetileno-aire y el otro para acetileno-óxido nitroso. El quemador es de titanio, resistente al ataque

químico, lleva enfrente un protector de vidrio Pyrex y un relector de aluminio en la parte posterior que impiden que el calor dañe al aparato y al operador.

c). Sistema de selección.- se refiere al equipo para la selección espectral, como son los filtros y monocromadores (instrumentos para aislar luz de una sola longitud de onda), incluyendo los mecanismos de giro para las lecturas de onda ( $\lambda$ ) y el ancho de luz o slit.

d). Sistema fotométrico.- incluye todo el equipo necesario para la fotodetección: fotomultiplicador, amplificador, rectificador, lectura digital y amplificador de escala. El amplificador electrónico da una señal de salida extraordinariamente fija, libre de corrientes oscuras y oscilaciones en el cero.

El aparato se alimenta a través de un regulador de voltaje, con corriente alterna de 115 V.

Para el suministro de aire a la cámara se tiene una compresora de aire que da a la línea principal una presión de 2 a 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta línea lleva un regulador de presión y un filtro.

La mezcla de combustible que se usa, depende del elemento que se va a determinar recomendándose acetileno-aire para la mayoría de los elementos, excepto para las determinaciones de elementos refractarios como silicio, aluminio, titanio, etcétera, así como también para el calcio donde es recomendable la mezcla acetileno-óxido nitroso.

El concepto más importante que debe tener un analista

con respecto al espectrofotómetro de flama, es que sus deter  
minaciones son medidas comparativas, pues las lecturas obte-  
nidas son función de la luz emitida bajo condiciones constan-  
tes por el elemento que se va a determinar al ser excitado  
en la llama, por lo que, para poder co<sup>h</sup>vertir las lecturas  
del aparato en valores de concentración, se hace necesaria  
una calibración previa con soluciones de concentración cono-  
cida del elemento problema, siendo indispensable para que es-  
ta calibración sea válida, que las condiciones de trabajo  
del aparato, tales como presión de aire y gas, corriente e-  
léctrica, slit o ancho de la banda, viscosidad de la muestra  
etcétera, se mantengan constantes.

Para reducir estas fuentes de error es necesario hacer  
las calibraciones no solo al iniciar el trabajo, sino tam-  
bién entre el análisis de varias muestras (Aguirre, J.F.,1985.  
Observación personal).

Soluciones tipo.- para facilitar la operación, es nece-  
sario preparar soluciones concentradas de los elementos que  
se van a analizar, para que a partir de éstas se preparen  
las soluciones tipo diluidas, las cuales tendrán un máximo  
de una semana en uso. Lo más conveniente es tener soluciones  
con una concentración de 1000 ppm.

Las soluciones patrón utilizadas en estos análisis fue-  
ron obtenidas de ampolletas (Merck) y de estándares metáli-  
cos libres de óxido, mismos que se diluyeron a un litro con  
agua desionizada y se guardaron en botellas de plástico de  
alto peso molecular (nalgene). A partir de ellos se obtuvie-  
ron las concentraciones apropiadas en cada determinación.

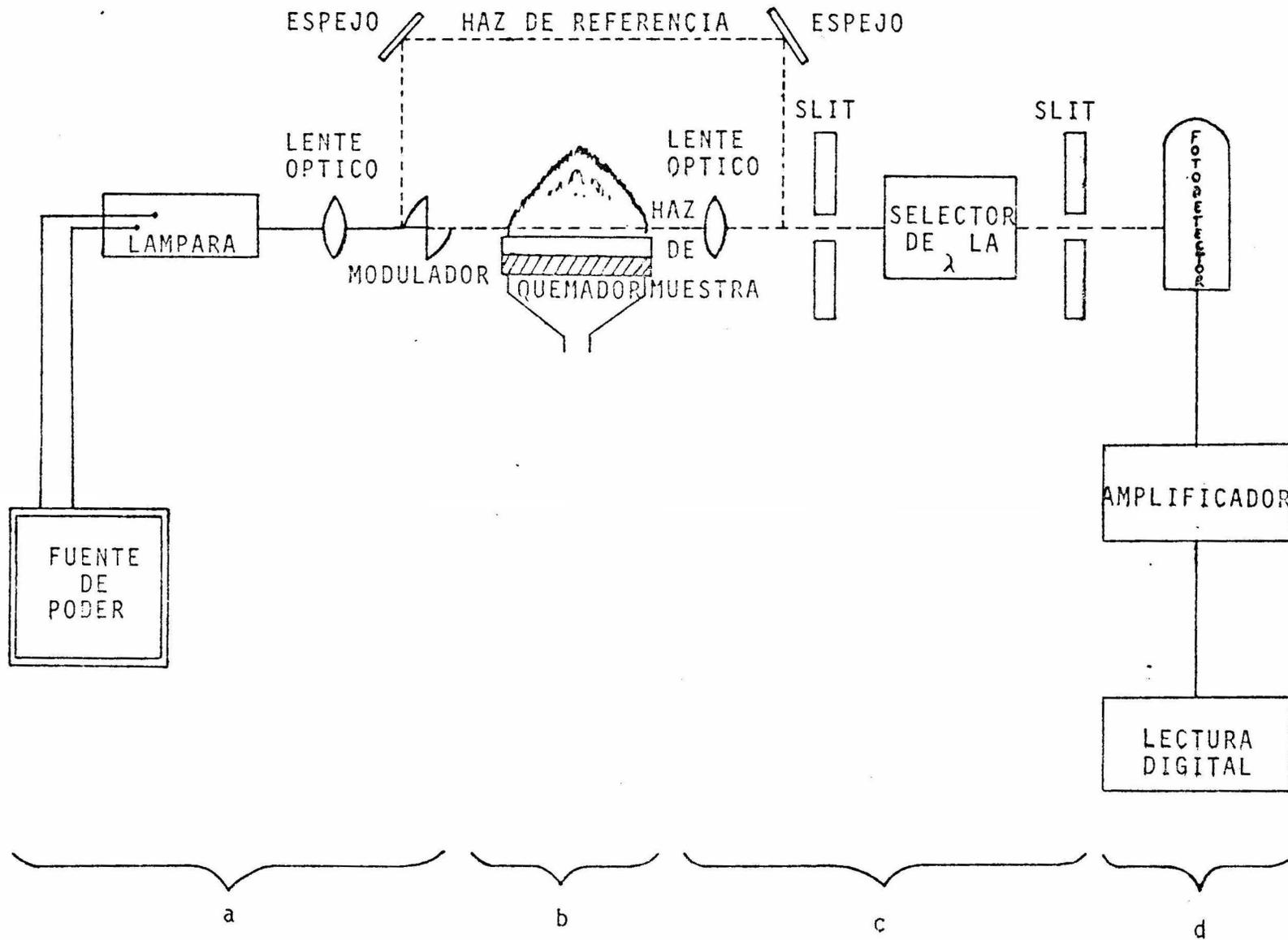


FIGURA 2

ESQUEMA GENERAL DE UN ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA DE DOBLE HAZ

## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio fue dividido en dos fases:

A). de campo y B). de laboratorio.

A). FASE DE CAMPO.

Para efectos de este trabajo, se realizaron colectas de organismos en diferentes zonas del país, principalmente de aquellas poblaciones consideradas de mala y muy mala nutrición (Figura 1), entre las que se encuentran algunos poblados de los Estados de Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Morelos y Estado de México (Tabla II).

Se realizaron salidas periódicas a dichos lugares con el fin de efectuar una serie de entrevistas con personas nativas de esas zonas, referentes al conocimiento tradicional de las diferentes especies de insectos que forman parte de la alimentación de sus habitantes, así como los métodos de preparación, estado de desarrollo en que son consumidos, temporada de consumo, etcétera (Esta actividad se llevó a cabo durante el transcurso de enero-diciembre de 1983). Posteriormente, se procedió a localizar los diferentes insectos comestibles de cada región, con la finalidad de colectarlos para su estudio, empleando algunos instrumentos entomológicos como los siguientes:

a). Pinzas: para capturar algunos insectos encontrados sobre plantas, generalmente en estado adulto. Las pinzas se caracterizaban por tener la punta roma, ser de buen tamaño y sin dientes para evitar maltratar a los ejemplares.

b). Redes; se empleó la red de golpeo para capturar insectos que habitan entre hierbas y matorrales y para los que habitan en lugares como lagunas y charcas, la red de tipo acuática. Estas redes variaban en el tamaño de la malla y en el mango, de acuerdo a las necesidades.

c). Aspiradores o Botellas de succión: para colecta de pequeños insectos.

Para su transporte al laboratorio, se utilizaron en algunos casos, frascos (vitroleros) de diferentes capacidades, según el tamaño y la cantidad de ejemplares colectados.

Una vez colectados, los insectos se colocaron en frascos con acetona para el posterior análisis químico y frascos con alcohol al 70% con la finalidad de evitar la descomposición e identificarlos taxonómicamente. A cada frasco se le colocó una etiqueta anotando los datos correspondientes de localidad, fecha, nombre del colector, nombre común del organismo, tipo de colecta: diurna o nocturna, etcétera (Gaviño, G., 1984). También en algunos casos, dependiendo de sus hábitos alimenticios, se llevó a cabo la obtención de muestras de los hospederos en que se encontraban cada uno de los insectos colectados (Tabla II).

## B). FASE DE LABORATORIO.

Esta fase comprendió el montaje, etiquetado e identificación taxonómica de cada uno de los especímenes obtenidos en el campo. Esta actividad se efectuó en el Departamento de Zoología, Laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM, con el asesoramiento de la Dra. Julieta Ramos Elorduy de Conconi y el M.en C. José Manuel Pino Moreno.

Con el objeto de efectuar la determinación taxonómica satisfactoriamente, se revisaron las claves correspondientes al orden en cuestión, y en algunos casos se rectificaron los nombres científicos con los investigadores especialistas en la taxonomía de cada grupo y con colecciones de referencia.

Una vez determinados taxonómicamente se sometieron a un análisis químico, que comprendió la determinación de las sales minerales totales y particularmente de los elementos con importancia en la nutrición: Sodio, Potasio, Calcio, Hierro, Magnesio y Zinc. Este análisis se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Productos Naturales-U.I.I.C.S.E. y en el Laboratorio de Bioquímica de la Unidad de Morfología y Función, ambos de la ENEP Iztacala.

Para la cuantificación de sales minerales (cenizas) se sometieron a un análisis químico de Weende (Análisis próximo o proximal), mediante el cual se determinan las sales minerales totales sin diferenciar aquellas que tienen valor nutricional, por lo que se considera como punto de partida en la evaluación de elementos específicos y se cuantifican de acuerdo al siguiente proceso (A.O.A.C., 1970):

Se pesa un gramo de muestra deshidratada, se coloca en un crisol de porcelana, el cual se introduce en una mufla a una temperatura de 550-600°C, y se deja calcinar la muestra durante dos a cuatro horas.

Para obtener la cantidad de sales minerales, al peso del crisol con la muestra, se le resta el peso del crisol solo y éste es igual a las cenizas de un gramo de muestra, este último dato se multiplica por el por ciento de materia seca del alimento y el resultado es el por ciento de cenizas.

Para determinar con exactitud y precisión la concentración de elementos minerales, durante el pretratamiento químico se siguió la siguiente técnica:

Primeramente se secaron los ejemplares, y como es requisito indispensable disponer de la muestra perfectamente homogenizada, de tal manera que cada pesada sea representativa del total de ella, fue necesario la utilización de morteros para romper fácilmente los tejidos y tenerlos lo más homogéneo posible. La homogenización es uno de los pasos más importantes en muestras de tipo biológico así como la cantidad de muestra utilizada, con el propósito de que no exceda el ámbito de concentración lineal con la absorbancia, que es una característica de cada elemento.

Las muestras homogenizadas fueron pesadas en una balanza analítica marca Mettler y colocadas en matraces Kjeldahl para realizarles una digestión (destrucción de la materia orgánica por vía húmeda) empleando ácidos fuertes ( $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ). Para la mayoría de las determinaciones se utilizó el ácido nítrico en las digestiones, ya que destruye el tejido y libera los iones, solubilizando así, las sales que se puedan formar.

En las determinaciones del calcio y en la de magnesio, se utilizó el óxido de lantano, con la finalidad de eliminar las interferencias alostéricas que pudieran ocurrir.

Las muestras digeridas se filtraron utilizando papel filtro Whatman # 42, recibiendo la solución en matraces volumétricos de 100 ml y aforando con agua bidestilada.

Posteriormente, las soluciones fueron colocadas en fras

cos con tapa, que se limpiaron cuidadosamente con ácidos y a gua destilada, con el fin de evitar la contaminación por polvo atmosférico.

Cada elemento analizado fue detectado conforme a los métodos analíticos para espectrofotometría de absorción atómi- ca Perkin-Elmer (1968) en la que se emplean métodos de ex- tracción con agentes quelantes y/o digestiones con ácidos fuertes, dependiendo de la muestra y elemento a cuantificar.

Después de procesada la muestra, se hicieron las deter- minaciones en un espectrofotómetro Pye Unicam modelo SP-192, haciendo dos o tres repeticiones de cada muestra de acuerdo a la variación de los resultados, y tomando el promedio de dichas lecturas como base de la composición del organismo. Las determinaciones se hicieron ajustando los parámetros de acuerdo a cada elemento determinado, utilizando las siguien- tes condiciones de operación:

CALCIO: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 422.7 nm.  
Corriente de la lámpara: 5 mA.  
Altura del quemador: 2.5 mm.  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 0.4 nm.

FIERRO: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 248.0 nm.  
Corriente de la lámpara: 12 mA.  
Altura del quemador: 5 mm  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 0.2 nm.

SODIO: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 589.3 nm.  
Corriente de la lámpara: 10 mA.  
Altura del quemador: 5 mm.  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 0.7 nm.

POTASIO: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 766.4 nm.  
Corriente de la lámpara: 10 mA.  
Altura del quemador: 5 mm.  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 2.0 nm.

ZINC: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 213.8 nm.  
Corriente de la lámpara: 15 mA.  
Altura del quemador: 5 mm.  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 0.7 nm.

MAGNESIO: Longitud de onda ( $\lambda$ ): 285.2 nm.  
Corriente de la lámpara: 3.5 mA.  
Altura del quemador: 5 mm.  
Presión del combustible: 1.0 l/min.  
Slit (ancho de la banda): 0.4 nm.

Las determinaciones del elemento LITIO no se realizaron debido a que no fueron detectadas en varias muestras que se analizaron.

En todos los casos, el combustible fue acetileno y el oxidante, el aire.

Las soluciones patrón se prepararon a concentraciones apropiadas al grado de sensibilidad del espectrofotómetro y entonces, se procedió al análisis propiamente dicho.

## RESULTADOS

Las especies de insectos analizados en el presente trabajo son mostrados en la tabla II, donde también se informa sobre datos del hospedero, lugar de colecta, estado de consumo y nombre vulgar.

De la tabla III a la X se anotan los resultados obtenidos en los análisis químicos. Estos datos son proporcionados en g/100g de muestra o de porción comestible, con la finalidad de poder realizar una comparación con los reportados para los alimentos de consumo habitual (Tabla XI); para ésta, se utilizaron datos de las tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos editada por la División de Nutrición (I. N.N.), y cuando no existía un análisis determinado, se consultaron las tablas de tipo internacional o de países vecinos. En general, se tomaron en consideración los reportados por Sherman, H.C. (1952) por concordar con los valores expresados en otras tablas de composición de alimentos.

TABLA II  
INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO

ORDEN/FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ESTADO DE CONSUMO	LUGAR DE PROCEDENCIA	HOSPEDERO
ORTHOPTERA					
Acrididae	<i>Sphenarium histrio</i> Gerst.	Chapulines	Ninfas y adultos	Mdo. de "Sonora", D.F.	Pastos silvestres.
	<i>Sphenarium magnum</i> Márquez	Chapulines	Adultos	La Reforma, Oaxaca.	Maíz
	<i>Sphenarium bolivari</i> = <i>S. histrio</i> G.	Chapulines	Ninfas y adultos	Mdo. Mpal., Oaxaca.	Pastos silvestres.
	<i>Sphenarium purpurascens</i> Charp.	Chapulines	Ninfas y adultos	Mdo. Mpal., Oaxaca.	Pastos silvestres.
	<i>Sphenarium</i> spp	Chapulines	Ninfas y adultos	<sup>2</sup> Sta. María Zimatlán, San Pablo Zimatlán y <sup>3</sup> Ocotlán, Oaxaca. <sup>1</sup> Cuautla, Morelos.	Alfalfa.
	<i>Encoptoloplus herbaceus</i> Sauss.	Chapulines	Ninfas y adultos	Nochixtlán, Oaxaca.	Maíz seco.
	<i>Scopeden</i> sp. af. <i>flaviventris</i> Sauss.	Chapulines	Ninfas y adultos	San Pablo Zimatlán y Nochixtlán, Oaxaca.	Maíz seco.
	<i>Melanoplus mexicanus</i> Sauss.	Chapulines	Adultos	San Pablo Zimatlán, Oaxaca.	Alfalfa.
	<i>Arphia falax</i> Sauss.	Chapulines	Ninfas y adultos	San Pablo Zimatlán y Nochixtlán, Oaxaca.	Hoja de maíz.
	<i>Melanoplus</i> sp.	Chapulines	Adultos	Mdo. Mpal., Oaxaca.	-----
	<i>Scopeden flaviventris</i> Sauss.	Chapulines	Adultos	San Pablo Zimatlán, Oaxaca.	Alfalfa.
	<i>Osmilia flavolineata</i> De Greer.	Chapulines	Ninfas	La Reforma, Oaxaca.	Maíz.
	<i>Ochrotettix cer salinus</i> Burm.	Chapulines	Ninfas	La Reforma, Oaxaca.	Maíz.

CONT. TABLA II...

HIMENOPTERA

Formicidae

*Liometopum occidentale*  
var. *luctuosum* Westmael.

"Escamol" de  
reproductores

Huevos, larvas y  
adultos

Tlalpujahua, Michoacán

Nido  
subterráneo.

*Liometopum apiculatum*  
Mayr.

"Escamol" de  
obreras

Huevos, larvas y  
pupas

<sup>4</sup>Puerto México y  
<sup>3</sup>Tulancingo, Hidalgo.

Nido  
subterráneo.

*Atta mexicana* Bourmeir.

Noku u hormiga  
chicatana

Adultos de  
reproductores

<sup>1</sup>San Cristobal de las  
Casas, Chiapas y  
<sup>2</sup>Tenescontitlán, Oaxaca.

Nido  
subterráneo.

*Atta cephalotes* Latr.

Hormiga arriera  
o de junio

Adultos

Ayutla, Oaxaca.

Nido subterrá-  
neo en suelos  
de café.

Vespidae

*Brachygastera mellifica*  
Say.

Avispa "panal  
de castilla"

Estados  
inmaduros

La Reforma, Oaxaca.

Arbol de  
panal.

*Brachygastera azteca*  
Sauss.

Avispa cola  
amarilla

Estados  
inmaduros

Pto. Escondido, Oaxaca

Huizache  
blanco.

*Polybia parvulina*  
Richards.

Avispa negra

Estados  
inmaduros

<sup>2</sup>Pto. Escondido y  
<sup>1</sup>Pochutla, Oaxaca.

Palmera,  
Cornezuelo.

*Polybia occidentalis*  
*bohemani* Holmgren.

Avispa rayada

Adultos y estados  
inmaduros

Pochutla, Oaxaca.

Cornezuelo.

*Polybia occidentalis*  
*nigratella* Buysson.

Avispa huevo de  
toro

Adultos recién  
emergidos

Jungapeo, Michoacán

-----

*Polistes major* Buysson.

Avispa colorada

Estados  
inmaduros

Jungapeo, Michoacán

-----

*Polistes instabilis*  
Sauss.

Avispa guitarri-  
lla

Estados  
inmaduros

Jungapeo, Michoacán

-----

*Mischocyttarus* sp

Avispa negra  
con franjas

Estados  
inmaduros

Pto. Escondido, Oaxaca.

Cornezuelo.

*Parachartegus apicalis*  
F.

Avispa ala  
blanca

Estados  
inmaduros

Pto. Escondido, Oaxaca.

Cornezuelo.

*Vespula squamosa* Drury.

Avispa "panal  
de tierra"

Estados  
inmaduros

<sup>4</sup>San Antonio Nduayaco y  
<sup>3</sup>La Reforma, Oaxaca.

Nido  
subterráneo.

CONT. TABLA II...

HEMIPTERA

Pentatomidae	<i>Euchistus strenuus</i> = <i>E. zopilotensis</i> Distant.	Jumiles	Ninfas y adultos	<sup>1</sup> Cuernavaca y <sup>2</sup> Cuatla, Morelos.	} Hojarasca de encinos, tepozanes, etc.
	<i>Atizies taxcoensis</i> Ancona.	Jumiles de Taxco	Ninfas y adultos	Taxco, Guerrero.	
Corixidae	<i>Krizousacorixa azteca</i> Jac.	Axayácatl y ahuahutle (caviar mexicano)	Huevos y adultos	Mdo. de "Xochimilco" y Mdo. de "Sonora", D.F.	} En diferentes cuerpos de agua: lagos, lagunas, bordos, jagueyes, estanques, etc
	<i>Krizousacorixa femorata</i> Guerin.	Axayácatl y Ahuahutle	Huevos y adultos	Mdo. de "Xochimilco" y Mdo. de "Sonora", D.F.	
	<i>Corisella texcocana</i> Jac.	Axayácatl y ahuahutle	Huevos y adultos	Mdo. de "Xochimilco" y Mdo. de "Sonora", D.F.	
	<i>Corisella mercenaria</i> Say.	Axayácatl y Ahuahutle	Huevos y adultos	Mdo. de "Xochimilco" y Mdo. de "Sonora", D.F.	
Notonectidae	<i>Notonecta unifasciata</i> Guerin.	Axayácatl (mosco para pájaros)	Adultos	Mdo. de "Sonora", D.F.	
Coreidae	<i>Pachilis gigas</i> B.	Chamoses, xamues, gusano del mezquite, chaguis	Ninfas y adultos	Tulancalco, Hidalgo.	Mezquite

LEPIDOPTERA

Hepialidae	<i>Phassus</i> sp	Gusanillo	Larvas	San Juan Coatzacoapan, Oaxaca.	Jarilla.
Cossidae	<i>Xylcutes redtenbacheri</i> Hamm.	Gusano rojo del maguey	Larvas	Actopan, Hidalgo.	Maguey.
Pieridae	<i>Eucheria socialis</i> Westwood.	Gusano del madroño	Pupas y larvas	Tlaxiaco, Oaxaca.	Madroño.
Saturnidae	<i>Arsenura armida</i> Cramer.	Gusano del Jonote	Larvas	Coatepec de Matamoros, Puebla.	Jonote.

- Los números anotados en el lugar de procedencia están relacionados con insectos de la misma especie, localizados en distintos lugares del país.

TABLA III  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN ORTHOPTERA  
 FAMILIA ACRIDIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Sphenarium</i> spp.; <i>Arphia falax</i> ; <i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i> ; <i>Melanoplus mexicanus</i> ; <i>Encoptoloplus herbaceus</i> .	2.40	0.109	0.044	0.051	0.060	0.028	0.728
<i>Sphenarium histrio</i>	4.79	0.426	0.422	0.096	0.021	0.023	0.744
<i>Sphenarium bolivari</i> ; <i>S. purpurascens</i> ; <i>Melanoplus</i> sp.	8.33	7.049	0.250	0.115	0.017	0.016	0.354
<i>Sphenarium magnum</i>	1.68	0.102	0.574	0.088	0.032	0.020	0.352
<i>Sphenarium</i> spp.* <sup>1</sup>	2.34	1.142	0.177	0.082	0.078	0.016	0.420
<i>Sphenarium</i> spp.* <sup>2</sup>	2.14	0.609	0.377	0.112	0.042	0.018	0.424
<i>Sphenarium</i> spp.* <sup>3</sup>	5.56	0.915	0.068	0.120	0.032	0.044	0.824
<i>Arphia falax</i>	2.41	0.092	0.062	0.075	0.016	0.022	0.657
<i>Boopedon flaviventris</i> ; <i>Sphenarium</i> spp.; <i>Melanoplus mexicanus</i> .	2.49	0.066	0.062	0.112	0.024	0.038	0.943
<i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i>	2.41	0.173	0.066	0.088	0.032	0.024	0.521
<i>Melanoplus mexicanus</i>	2.14	0.110	0.052	0.120	0.017	0.032	0.740
<i>Encoptoloplus herbaceus</i>	2.41	0.150	0.065	0.064	0.016	0.017	0.498
<i>Osmilia flavolineata</i>	1.83	0.173	0.065	0.080	0.024	0.019	0.672
<i>Ochrotettix cer. salinus</i>	0.91	0.056	0.062	0.064	0.026	0.027	0.532

\* Adultos. \*\*Ninfas

Los números anotados después del nombre científico están relacionados con el lugar de procedencia de la especie (consultar Tabla II).

TABLA IV  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN HYMENOPTERA  
 FAMILIA FORMICIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Atta mexicana</i> <sup>1</sup>	3.77	1.608	1.030	0.098	0.050	0.014	0.356
<i>Atta mexicana</i> <sup>2</sup>	3.19	0.173	0.708	0.096	0.024	0.026	0.438
<i>Atta cephalotes</i>	4.04	0.070	0.063	0.109	0.026	0.042	0.940
<i>Liometopum apiculatum</i> <sup>3</sup>	5.50	0.075	0.076	0.080	0.032	0.018	0.968
<i>Liometopum apiculatum</i> <sup>4</sup>	5.05	0.110	0.092	0.083	0.032	0.019	0.634
<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> <sup>*</sup>	3.78	0.066	0.197	0.096	0.032	0.019	0.416
<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> <sup>**</sup>	1.78	0.071	0.074	0.106	0.027	0.022	0.561

\* Adultos (obreras)  
 \*\*Escamol de obreras.

- Los números anotados después del nombre científico están relacionados con el lugar de procedencia de la especie (consultar Tabla II).

TABLA V  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN HYMENOPTERA  
 FAMILIA VESPIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Brachygastera mellifica</i>	4.69	0.092	0.572	0.112	0.024	0.046	0.464
<i>Brachygastera azteca</i>	1.28	0.377	0.127	0.120	0.040	0.014	0.366
<i>Polybia parvulina</i> <sup>1</sup>	3.27	0.154	0.860	0.080	0.026	0.040	0.420
<i>Polybia parvulina</i> <sup>* 2</sup>	2.05	0.173	0.250	0.080	0.032	0.038	0.857
<i>Polybia occidentalis nigratella</i> <sup>*</sup>	3.49	0.070	0.061	0.106	0.032	0.042	1.129
<i>Polybia occidentalis bohemani</i>	0.92	0.071	0.193	0.224	0.016	0.016	0.348
<i>Polistes instabilis</i>	(0.60)	0.066	0.065	0.098	0.024	0.014	0.354
<i>Polistes major</i>		0.150	0.065	0.067	0.042	0.028	0.422
<i>Mischocyttarus</i> sp.		0.310	0.115	0.120	0.032	0.020	(1.484)
<i>Parachartegus apicalis</i>	2.55	0.071	0.310	0.088	0.040	0.026	0.520
<i>Vespula squamosa</i> <sup>3</sup>	2.83	0.615	0.310	0.040	0.042	0.016	0.414
<i>Vespula squamosa</i> <sup>b</sup>	2.83	0.063	0.070	0.074	0.032	0.038	0.862

\* Adultos recién emergidos.

- Los números anotados después del nombre científico están relacionados con el lugar de procedencia de la especie (consultar Tabla II).
- Los números entre paréntesis indican que se carece de datos confiables, ya que pudo haber algunas interferencias.

TABLA VI  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN HEMIPTERA  
 FAMILIA NOTONECTIDAE, CORIXIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
AHUAHUTLE	7.73	0.969	0.196	0.440	0.042	0.130	2.560
AXAYACATL	12.45	3.757	3.321	0.104	0.056	0.033	0.968

NOTA: El axayácatl está constituido por un complejo de especies formado por *Krizeusacorixa femerata* G., *K. azteca* J., *Corisella texcocana* J., *C. mercenaria* S. y *Notonecta unifasciata* G., y el ahuahutle que son los huevecillos de las especies del axayácatl con excepción de la última (que pertenece a la familia Notonectidae), fueron obtenidos de Texcoco, Edo. de México.

TABLA VII  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN HEMIPTERA  
 FAMILIA PENTATOMIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Euchistus strennus</i> <sup>1</sup>	2.98	0.172	0.048	0.088	0.027	0.024	0.836
<i>Euchistus strennus</i> <sup>2</sup>	2.98	0.036	0.250	0.088	0.112	0.015	0.932
<i>Atizicus taxcoensis</i> = <i>Euchistus</i> .	1.75	0.572	0.032	0.088	0.040	0.023	0.744

- Los números anotados después del nombre científico están relacionados con el lugar de procedencia de la especie (consultar Tabla II).

TABLA VIII  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN HEMIPTERA  
 FAMILIA COREIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Pachilis gigas</i> *	1.86	0.036	0.028	0.075	0.108	0.014	0.796
<i>Pachilis gigas</i> **	1.41	0.020	0.014	0.088	0.024	0.012	0.780

\* Ninfas. \*\*Adultos.

TABLA IX  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN LEPIDOPTERA  
 FAMILIA SATURNIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Arsenura armida</i>	2.67	0.544	0.679	0.082	0.022	0.017	1.628

FAMILIA PIERIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Eucheria socialis</i>	7.07	0.048	2.912	0.048	0.026	0.054	1.285

TABLA X  
 CONTENIDO DE MINERALES EN INSECTOS COMESTIBLES DE MEXICO  
 ORDEN LEPIDOPTERA  
 FAMILIA HEPIALIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Phassus sp.</i>	1.52	0.092	0.048	0.064	0.040	0.030	0.840

ORDEN LEPIDOPTERA  
 FAMILIA COSSIDAE

NOMBRE CIENTIFICO	COMPOSICION g/100g DE MATERIA						
	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
<i>Xyleutes redtenbacheri</i>	2.76	0.365	0.663	0.088	0.030	0.030	0.384

TABLA XI  
ELEMENTOS MINERALES EN ALGUNOS  
ALIMENTOS DE CONSUMO POPULAR  
(g/100g de Porción Comestible)

ALIMENTO	SODIO	POTASIO	CALCIO	ZINC	FIERRO	MAGNESIO
MAIZ	0.121	0.339	0.029	0.038	0.0036	0.121
HUEVO	0.140	0.138	0.063	0.015	0.0031	0.010
YEMA DE HUEVO	0.056	0.114	0.135	0.036	0.0087	0.017
LECHE DE VACA	0.051	0.143	0.118	0.012	0.0002	0.012
PESCADO	0.373	1.671	0.100	0.030	0.0055	0.133
QUESO AÑEJO	0.606	0.089	0.930	0.004	0.0013	0.037
CARNE DE RES	0.421	1.694	0.058	0.031	0.0150	0.118
TRIGO ENTERO	0.039	0.473	0.053	0.034	0.0050	0.133
MANTEQUILLA	variable	0.014	0.016	0.001	0.0002	0.001
FRIJOLES	0.105	1.202	0.148	0.003	0.0105	0.158
ARROZ BLANCO	0.034	0.112	0.061	0.013	0.0034	0.118
CHICHAROS	0.104	0.903	0.077	0.007	0.0057	0.149
ZANAHORIA	0.077	0.308	0.045	0.004	0.0006	0.020
TOMATE	(0.012)	(0.267)	0.011	0.002	0.0004	0.013
CHAMPIÑONES	0.027	0.384	0.014	0.001	0.0007	0.016
PAPAS	0.022	0.456	0.013	0.003	0.0010	0.028
PAN BLANCO	(0.394)	0.108	0.031	0.008	0.0008	0.023
MAIZ DULCE	0.040	0.113	0.006	0.003	0.0005	0.033
MIEL	0.011	0.051	0.005	-	0.0007	0.018
MIEL DE MAPLE	0.010	0.208	0.107	-	-	0.034
CEBOLLA	0.018	0.185	0.041	0.001	0.0005	0.158
PLATANO	0.031	0.391	0.008	0.002	0.0006	0.030
NARANJA	0.012	0.181	0.024	0.002	0.0004	0.011
LIMON	0.006	0.123	0.022	0.001	0.0006	0.009
PIÑA	0.016	0.270	0.008	0.001	0.0004	0.010

1. Los guiones indican que se carece de datos confiables para un constituyente que este presente en cantidades medibles.
2. La fuente de datos no indica si es crudo o cocido; se supone que los valores son para el alimento crudo.

## DISCUSION

El contenido de sales minerales totales estuvieron en mayor cantidad en las especies de chapulines: *Sphenarium histório*, *S. purpurascens* y *S. spp*<sup>3</sup> con un contenido que varía entre 4.79 y 8.33 g/100g de muestra. Las larvas de la mariposa *Eucheria socialis*, tuvieron un contenido de 7.07% y el ahuahutle y axayácatl (mosco para pájaros) presentaron el mayor índice de sales minerales con una cantidad de 7.73 y 12.45%, esto último se puede explicar en relación al hábitat donde viven, el cual es un lago alcalino con gran cantidad de sodio y potasio. En el caso de los chapulines, se puede decir que el contenido de sales minerales así como el de sodio, se incrementa cuando están preparados, como sucedió con las especies *S. histório* y *S. purpurascens*, de Oaxaca y los adquiridos en el mercado de "Sonora" (tabla III).

Las especies *Polistes instabilis*, *Polybia occidentalis bohemani* y *Brachygastera azteca*, pertenecientes a la familia Vespidae, presentaron una baja concentración de sales minerales, siendo éstas, menor a 1.30 g/100g de muestra.

En relación al contenido de sodio, se encontró que los valores más altos lo presentaron las especies *Sphenarium purpurascens*, 7.049% (se compraron en el mercado y ya se les había adicionado sal), *Sphenarium spp*, 1.142% (ninfas y adultos), y el axayácatl, 3.757% (por la razón ya expuesta), en cambio, la hormiga *Atta mexicana* (reproductor) tuvo un contenido considerable de este elemento con una cantidad de 1.61%.

Los de menor contenido de sodio, resultaron varias especies de avispas (entre las cuales están *Vespula squamosa* y *Polistes instabilis*), los adultos de *Liometopum occidentale* y el orthóptero *Ochrotettix cer salinus* en un rango de 0.063 a 0.066%; los hemípteros *Pachilis gigas* (ninfas y adultos) y *Euchistus strennus* contienen entre 0.020 y 0.036%.

En los alimentos consumidos ricos en sodio utilizados por el hombre, el rango en contenido de este elemento varía de 0.006 a 0.606 g/100g de alimento, de lo cual se deduce que los insectos presentan una cantidad óptima de sodio aprovechable. Las dietas habituales son ricas en sodio y, mientras que el requerimiento diario para el adulto es de no más de 500 mg, el consumo diario promedio oscila entre 10 y 35 veces esa cifra (Portela, M.L.P.M. de, 1982), siendo unas de las manifestaciones de la toxicidad crónica, el aumento del líquido extracelular y la hipertensión.

Los valores más altos de potasio se encontraron en *Polybia parvulina*, *Atta mexicana*, *Eucheria socialis* y el axayácatl en un rango de 0.860 a 3.321%. Y los de menor contenido son la mayoría de los orthópteros, las avispas *Polistes major*, *P. instabilis*, *Polybia occidentalis nigratella*, en un rango que varía entre 0.062 y 0.068%, así como las especies *Pachilis gigas* (ninfas y adultos) que contienen 0.028 y 0.014%, respectivamente.

En los alimentos más ricos en potasio de los utilizados convencionalmente, el rango de contenido de este elemento varía de 0.014 a 1.694 g/100g de porción comestible, de lo cual se deduce que la cantidad de potasio contenido en los insectos analizados se encuentra en el rango de los demás alimentos ingeridos por el hombre. En la tabla XI apreciamos

que aunque algunos alimentos ricos en potasio son de difícil acceso para la población (carne de res, pescado), existen otros que son consumidos habitualmente como los frijoles, chícharos y papas, y que proporcionan la cantidad suficiente de potasio que el organismo requiere (un promedio de 0.8 a 1.3 gramos al día).

El contenido de calcio más elevado se encontró en las especies de avispas *Polybia occidentalis bohemani*, *Brachigastrea azteca* y *Mischocyttarus sp* y en los orthópteros *Melanoplus mexicanus* y *Sphenarium spp* en un rango de 0.12 y 0.224%, así como en el ahuahutle donde se encontró 0.440% de calcio. Los de menor contenido fueron *Eucheria socialis* y *Vespula squamosa* con una cantidad de 0.048 y 0.040%, respectivamente.

Entre los alimentos tomados en consideración para hacer las comparaciones, observamos que este elemento varía entre 0.006 y 0.930 g/100g de porción comestible, siendo importante resaltar que en promedio, los insectos contienen una composición considerable de calcio aprovechable.

La cifra recomendada por la FAO es de 400 mg/día de calcio. Los alimentos de origen vegetal y animal contienen calcio en forma de sales orgánicas; el calcio de origen animal es más fácilmente absorbido por la mucosa intestinal. Esto se debe a la presencia de otros factores que favorecen o impiden su absorción.

Entre las condiciones que ayudan a la absorción del calcio están: cantidad suficiente de vitamina D en la dieta, cantidad óptima de fósforo, y un medio intestinal ácido, el cual es favorecido por la presencia de la lactosa (azúcar de la leche).

La presencia de fitatos y oxalatos reduce la absorción del calcio. Por ello, el calcio de los cereales, que son ricos en ácido fítico, y el de la espinaca, que es rica en ácido oxálico, se absorbe en menor proporción.

Las fuentes de calcio en la dieta incluyen: la leche, el queso, la yema de los huevos, frijoles, lentejas, nueces, higos, nabos, espárragos.

Con respecto al zinc, los hemípteros *Euchistus strennus* y las ninfas de *Pachilis gigas* contienen 0.112 y 0.108% respectivamente, siendo muy superior al contenido de este elemento en los alimentos convencionales, sin embargo, la mayoría de los insectos contienen una cantidad similar al de los alimentos comparados, lo cual desde el punto de vista práctico en la formulación de dietas y raciones es considerado satisfactorio, sobre todo si tomamos en cuenta que la deficiencia de zinc es una de las más frecuentes, ya que es un elemento que forma parte de diversas deshidrogenasas, incluyendo la deshidrogenasa del alcohol.

Los productos animales son en general fuentes abundantes de este mineral. Mariscos (en particular los ostiones), carne, hígado, huevos y leche son buenas fuentes. Las leguminosas y los productos de grano integral también aportan zinc en la dieta.

El que se toma de fuentes vegetales es menos utilizable para la economía, y por eso quienes consumen sobre todo dietas vegetales están más expuestos a una deficiencia que los que comen alimentos animales. Estudios metabólicos revelan que 15 mg de zinc son suficientes para conservar un balance satisfactorio.

El contenido de hierro en los insectos estuvo en un rango de 0.012 y 0.054%, lo cual es elevado si lo comparamos con los alimentos consumidos regularmente por el hombre, los cuales contienen cantidades menores a 0.015% de hierro.

El hierro que contienen la leche y productos lácteos es fácilmente aprovechable, pero su contenido es mínimo. Cuando se desecha el agua en que se cocinan los alimentos, se pierden cantidades considerables de hierro disuelto en ella.

El hierro es uno de los elementos más difíciles de absorber y eliminar, y el organismo humano se encuentra normalmente protegido contra los peligros de una sobredosis.

En el caso del magnesio, sucedió algo similar al elemento anterior, donde los valores más bajos en la composición de los insectos es alrededor de 0.350%, en tanto que en los alimentos encontramos cantidades menores a 0.150%.

En general, una dieta que es adecuada en otros nutrientes esenciales -sobre todo proteínas de alto valor biológico (como las contenidas en algunos insectos)- se ha considerado como aportadora de cantidades adecuadas de magnesio.

El litio, que también se encontraba entre los elementos a detectar espectrofotométricamente, no fue analizado debido a que las cantidades de muestra no fueron suficientes para que fueran detectadas por el aparato; de esto, se puede concluir que el litio o no se encuentra presente o se haya en una pequeñísima proporción (a nivel de trazas), no habiéndose detectado por este método.

Por otra parte, la investigación sobre el contenido de

minerales en insectos se lleyó a cabo con procesos de digestión, detectando la muestra en solución. Las digestiones con ácidos fuertes, son procesos tradicionales de análisis químico que contribuyen a lograr mejores límites de detección.

En las determinaciones se encontraron notables variaciones entre el contenido de metales en los insectos y su lugar de procedencia, estación del año y estado de desarrollo. Por ejemplo, al analizar separadamente a las larvas y a las pupas que constituyen el "escamol", observamos que las pupas son más ricas en sales minerales y en los elementos sodio, potasio, zinc y magnesio que las larvas, siendo éstas, únicamente más ricas en calcio y fierro.

Es interesante hacer notar la gran diferencia en el contenido de minerales que tienen los estados inmaduros de las obreras de *Liometopum apiculatum* y de los de sus reproductores, no así con los reproductores adultos de *Atta mexicana*, los cuales entre sí difieren enormemente en su régimen alimenticio, ya que *Atta* se alimenta de hongos, que ella misma cultiva, mientras que *Liometopum* es de alimentación omnívora. Esta comparación se hizo para comprobar la relación que tiene el contenido de minerales con la alimentación de ellos.

Algunos investigadores podrían considerar que su composición está influenciada por la constitución del suelo, uso de fertilizantes, etc., pero para juzgar el valor nutritivo de un alimento se necesita conocer en detalle su composición, que nos puede decir mucho acerca de su valor nutritivo, o sea que no basta con su análisis químico, sino que es preciso que se una a éste, la experimentación biológica del mismo para catalogarlos con exactitud, siendo necesaria la participación del médico, del fisiólogo y del químico, entre otros.

Asimismo, se deben tomar en cuenta otros factores, como son la forma y cantidad en que se ingieren, su frecuencia en el consumo, ya sea por la facilidad o dificultad de obtenerlos o por los hábitos alimenticios de la población, y, además, el número de individuos que lo utilizan.

En este trabajo, se realizaron dos o más determinaciones de la misma muestra para obtener una concentración promedio del elemento (datos mencionados en los resultados), y evaluar la precisión del método. La precisión de los análisis es importante debido a que ciertos minerales son requeridos únicamente en trazas para intervenir como constituyentes o activadores de enzimas.

El valor de los nutrientes en las tablas de composición de alimentos se expresa realmente como promedios de análisis de muestras de alimentos. Obviamente, debe esperarse que el valor nutritivo real de un alimento varíe más o menos del promedio, o sea, que estos valores representan una aproximación y no un valor preciso.

Las tablas de composición de alimentos sirven como base para la comparación de un alimento con respecto a otro; por ejemplo, puede examinarse el contenido de calcio de muchos alimentos llegando a la conclusión de que la mejor fuente son los productos lácteos.

La precisión de los resultados estuvo en relación al grado de homogenización de las muestras y a la sensibilidad del elemento a determinar. Se puede afirmar que el alto contenido de minerales y el elevado coeficiente de variación en algunos resultados de los elementos analizados se debe a la mínima cantidad de muestra requerida y en varias ocasiones a

la procedencia de las muestras, como son los casos del ahuate y el axayácatl que se adquirieron en los mercados de "Xochimilco" y "Sonora", pero que provenían del lago de Texcoco (altamente alcalino) y de algunas especies de chapulines que se obtuvieron preparados con sal en algunos mercados. Los resultados elevados de fierro y magnesio, es muy probable que se deban principalmente a la pequeña cantidad de muestra que se tomó para el análisis, debido a la alta sensibilidad de estos elementos y a algunas interferencias por el elevado porcentaje de otros elementos.

Para conocer con certeza, la cantidad de cada uno de los elementos minerales de un insecto se deberá de analizar muestras de cada uno de los órganos, ya que como según se ha dicho, unos órganos son más ricos que otros en alguno de los elementos, por ejemplo, los túbulos de Malpighi, tubo digestivo y cuerpos grasos que tienen diferentes elementos según lo consumido, en el sistema nervioso que posee cantidades de calcio, magnesio y sodio, en el sistema muscular la relación calcio-magnesio, etc. Pero para fines prácticos, los resultados obtenidos permiten comparar una especie de insecto comestible con otro y como se ha observado, comparando a los insectos con otros productos alimenticios y las necesidades del ser humano, hemos visto que aún así, cubren los rangos requeridos.

Dado que las cantidades de minerales encontradas en los insectos no alcanzan cifras alarmantes y que estos organismos no constituyen la base de la dieta de la mayor parte de la población, es de esperar que no se lleguen a producir intoxicaciones por la ingestión de estos alimentos. A esto, se le puede agregar, que las especies de insectos incluidas en este estudio, así como los reportados en otros lugares de Mé

xico y del mundo, no se les reconocen propiedades tóxicas en el hombre, con lo cual se puede tener la seguridad de que cuando sean consumidos por otras gentes, las cuales no estén acostumbradas a su ingestión, no se vean afectadas.

El método de análisis por espectrofotometría de Absorción Atómica se ha adoptado para gran parte de este tipo de trabajo por las facilidades que presenta, por ejemplo, ahorra tiempo, requiere menos separaciones químicas, y además, por su sencillez, así como por sus características de reproducibilidad, precisión, sensibilidad y bajo nivel de interferencias. Las únicas desventajas de consideración son el proceso químico que deben seguir las muestras y las interferencias inherentes al mismo proceso, consecuencia de la falta de homogeneidad que pueden asociarse con las bajas concentraciones de los elementos a determinar, así como a las posibles interferencias de matriz (que depende de los parámetros instrumentales utilizados y del pretratamiento de la muestra), y muchas veces a la falta de materiales de referencia apropiados. Sin embargo, atacando estos problemas, las ventajas de esta técnica analítica la hace atractiva para análisis de metales trazas en muestras sólidas.

El manejo del aparato es muy sencillo, requiriéndose solo un pequeño entrenamiento inicial, para conseguir el equilibrio, selección de longitud de onda, etc., cuando se cambia la concentración de soluciones tipo y el elemento por analizar. Cabe hacer notar, que la estabilidad del circuito electrónico fue notable permitiendo llevar a cabo un gran número de determinaciones en serie sin necesidad de estar haciendo recalibraciones continuas.

Finalmente, quiero hacer incapié que si bien los resultados que se han obtenido amplían los conocimientos sobre la

constitución de los insectos, es mucho lo que queda por hacer, y de ninguna manera puede considerarse agotado un tema como éste.

## CONCLUSION

Se registraron un total de 44 especies de insectos comestibles, pertenecientes a los órdenes: Hymenoptera (12 de la familia vespidae y siete formicidae), Orthoptera (14 de la familia acrididae), Hemiptera (dos notonectidae-corixidae dos coreidae y tres pentatomidae) y Lepidoptera (un saturnidae, un pieridae, un cossidae y un hepialidae).

El análisis químico demostró que la mayoría poseen una proporción adecuada de minerales, comparable con los reportados para algunos alimentos de consumo popular, pudiendo pensar, que debido a las cantidades de sales minerales que contienen los insectos, éstos pueden cubrir de manera práctica y sencilla el aporte de nutrientes minerales diarios que necesita un individuo, y si a esto, hacemos notar el elevado contenido de aminoácidos y proteínas que han sido mostrados en otros análisis, como los realizados por los grupos de los doctores Héctor Bourges y Julieta Ramos (del Instituto Nacional de la Nutrición y del Instituto de Biología, respectivamente), los colocan en una posición favorable como un recurso alimenticio de alta calidad (Conconi, J.R.E. et al.,1984).

Aunque los insectos comestibles no sean el alimento central en los lugares de consumo, se puede apreciar que como un recurso natural renovable son un suplemento significativo en proteínas, grasas y sales minerales y además de vitaminas en la nutrición de los pueblos y de regiones marginadas, observándose también que la potencialidad de su explotación a través de su cultivo y uso podrían canalizarse a la superación de la pobreza y desnutrición que afectan a una gran parte de la población.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, M.T. y E. ESCAMILLA. 1982. Estudio de los insectos utilizados como alimento humano en el Estado de Oaxaca. Tesis Prof. Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar". Universidad Autónoma de Chihuahua. México. 183 p.
- AMEN, R.J. 1973. "Minerals as nutrients". *Food Prod. Develop.* 7 (7): 32.
- ANCONA, L.H. 1931. "Los chilocuiles o gusanitos de la sal de Oaxaca". *An. Inst. Biol. Univ. Méx.* 11: 265-277.
- ANCONA, L.H. 1932. "Los jumiles de Taxco". *An. Inst. Biol. Univ. Méx.* IV: 193-195.
- ANONIMO. 1968. Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. The Perkin-Elmer Corp. Norwalk, Connecticut, U.S.A.
- ANONIMO. 1970. Official methods of analysis of the A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists. 11<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. 832 p.
- ANONIMO. 1970. FAO: Lives in perfil; protein and the child. Food and Agriculture Organization. Roma. 25 p.
- ANONIMO. 1982. Apuntes del curso de Absorción Atómica. LANFI. (Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial). Departamento de Química. México, D.F. 80 p.

- AUFRET and TANGUY, 1947-48. "Note sur la valeur alimentaire des termites", *Bull. Med. de l'A.O.F.* 3: 395-396.
- BADUI, S. 1982. Química de los alimentos. Edit, Alhambra mexicana, S.A. México, D.F. 430 p.
- BLAKE, C.J. 1978. "Sample preparation methods for the analysis of metals in food by atomic absorption spectrophotometry: a literature review". *Scientific and Technical Surveys*. Num. 122. Food R.A.
- BODENHEIMER, F.S. 1951. Insects as human food. Junk Publishers. The Hague. 352 p.
- BOWMAN, P.B. 1967. "Home economics in Kenya". *Canadian Home Economics Journal*. 17 (2): 31-34.
- CAPUTTI, T.H. 1960. Informe mensual a la División de Nutrición de la FAO sobre actividades de educación alimentaria en Costa Rica. Roma, FAO.
- CHAVEZ, A. 1982. "La alimentación y los problemas nutricionales". En Vida y Muerte del Mexicano, I. Federico Ortiz Quesada editor. Folios ediciones, S.A. México. Pp 59-87.
- CONCONI, J.R.E. de. 1974. "Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro" (proyecto). Reg. SEP 1639/74.
- \_\_\_\_\_ y HECTOR BORGES R. 1977. "Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo". *An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. Méx.* 48, Ser. Zoología (1): 165-186.

\_\_\_\_\_ y J.M. PINO M. 1979. "Insectos comestibles del Valle del Mezquital y su valor nutritivo". *An. Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. Méx.* 50, Ser. *Zoología* (1): 563-574.

\_\_\_\_\_. 1982. Los insectos como fuente de proteínas en el Futuro. Edit. Limusa. México, D.F. 144 p.

\_\_\_\_\_, J.M. PINO M. y R. MORENO DE LOS ARCOS. 1983. "Los insectos comestibles en el México antiguo. Un ensayo etnoentomológico". Resúmenes XVIII Congreso Nacional de Entomología. P. 54.

\_\_\_\_\_, J.M. PINO M., C. MARQUEZ M., F. RINCON V., M. ALVARADO P., E. ESCAMILLA P. y H. BOURGES R. 1984. "Protein content of some edible insects in Mexico". *J. Ethnobiol.* 4 (1): 61-72.

CRAVIOTO, R.O., G. MASSIEU, J. GUZMAN y J. CALVO DE LA TORRE. 1951. "Composición de alimentos mexicanos". *Ciencia (México)* XI (5-6): 129-157.

CRAVIOTO, R.O., G. MASSIEU y J. GUZMAN. 1953. "Valor nutritivo de los alimentos mexicanos". *Mem. del Congr. Cient. Méx.* VII: 434-449.

DAVALOS HURTADO, E. 1965. "La alimentación entre los mexicanos". En Revista mexicana de estudios antropológicos. Tomo 19. I.N.A.H. México.

DE CASTRO, J. 1973. Geopolítica del hambre. Vol. I. Ediciones Guadarrama. México. 339 p.

DE FOLIART, G.R. 1975. "Insects as a source of protein". *Bull. Ent. Soc. Amer.* 21 (3): 161-163.

- DELONG, D.M. 1960. "Man in a world of insects". *The Ohio Journal of Science*, 60:4.
- DUFOURD, P.A. 1981. Insects: A nutritional alternative. Department of Medical and Public Affairs. The George Washington University Medical Center. Washington, D.C. Pp. 3-56.
- FARRE ROVIRA, R. 1983. "Los oligoelementos en nutrición humana". *Revista Alimentaria*, 145: 55-60.
- FLORES, A.M. 1973. La magnitud del hambre en México. Ediciones Partic. México. 73 p.
- GAVIRO, G. 1984. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. Limusa. México. Pp. 167-182.
- GORHAM, R.J. 1979. "The significance for human health of insects in food". *Ann. Rev. Entomol.* 24: 209-224.
- HOFFMAN, W.E. 1947. "Insects as human food". *Proc. Ent. Soc. Wash.* 49: 223-237.
- JIMENEZ, A.M., M.A. HERRADOR y A.G. ASUERO. 1984. "Elementos traza en alimentos". *Revista Alimentaria*, 152: 107-112.
- LAPP, C. and J. ROHMER. 1937. "Composition et valeur alimentaire du criquet pelerin". *Bull. Soc. Chim. Biol. Paris.* 19: 413-416.
- LIVINGSTON, D.M. and W.E.C. WACKER. 1975. "Trace-metal determination: method for nutritional analysis". *Am. J. Clin. Nutr.* 24: 1082-1085.

- MAC HARGUE, J.S. 1917. "A study of proteins of certain insects with reference to their value as food for poultry". *J. Agric. Res.* 19: 633-637.
- MASSIEU, G., J. GUZMAN, R.O. CRAVIOTO y J. CALVO DE LA TORRE. 1951. "Nutritive value of some primitive mexican foods". *J. Amer. Diet. Assoc.* XXVII: 212-214.
- MC LAREN, D.S. 1983. La nutrición y sus transtornos. Edit. El Manual Moderno. México. 313 p.
- MIDDLETON, G. and R.E. STUCKEY. 1953. "Preparation of biological material for the determination of trace metals I. A critical review of existing procedures". *Analyst (London)*, 78: 532-542.
- OJIAMBO, J.A. 1967. "A background study of the food habits of the Abasamia of Busia District, Western Province, Kenya". *Journal of Dietetics, Food, Catering, Child Nutrition*, 21 (4): 216-221.
- PAUL, A.A. and A.T. SOUTHGATE. 1979. The composition of foods. Fourth edition. Mc Cance and Widdowson's. Her Majesty's Stationery office. New York, U.S.A.
- PEARSON, D. 1976. The chemical analysis of foods. 7<sup>th</sup> ed. Chemical Publishing Co., Inc. New York, USA. 575 p.
- PINO, J.M. 1978. Composición química de algunas especies de insectos comestibles del Estado de Hidalgo. Tesis Prof. Fac. de Ciencias, UNAM. México. 61 p.

- PORTELA, M.L.P.M. de. 1982. "Revisión de los conocimientos actuales acerca de la evaluación del estado nutricional de los elementos minerales". *Arch, Latinoamer, Nutr.* 32 (2): 429-449.
- RAMIREZ, H.J., P. ARROYO y A. CHAVEZ. 1973. "Aspectos socio-económicos de los alimentos y la alimentación en México". *Rev. Comercio Ext. del Banco de Comercio Ext. Méx.* Pp. 675-690.
- REYES, CIPRIANO G. 1976. "Empleo de insectos como complemento alimenticio para bagre (*Ictalurus punctatus*)". *Revista Agronomía, México*, 168: 26-31.
- ROMERO, L.A. 1984. Composición química de algunos insectos comestibles del Estado de Puebla. Tesis Prof. ENEP Iztacala, UNAM. México. 65 p.
- ROSS, H.H. 1978. Introducción a la entomología general y aplicada. 4<sup>a</sup> edición. Ediciones Omega, S.A. España. 536 p.
- RUDDLE, K. 1973. "The human use of insects". *Biotrópica*, V (2): 94-102.
- SANTOS, J.F., J. PASSOS, R. BRUNO & M. MADALENA SIMAO. 1976. "The nutritional value of four species of insects consumed in Angola". *Ecol. of Food and Nutrit.* 5: 91-97.
- SHERMAN, H.C. 1952. Chemistry of food and nutrition. 8<sup>th</sup> edition. The Macmillan Company, New York, U.S.A. 640 p.
- SKINNER, A. 1910. "The use of insects and other invertebrates as foods by North American Indians". *J. New York Ent. Soc.* 18: 264-267.

- TAYLOR, R.L. 1975. Butterflies in my stomach or insects in human nutrition. Woodbridge Press Publishing Co., California. U.S.A. 224 p.
- TEOTIA, J.S. & B.F. MILLER. 1974. "Nutritive content of house fly pupae and manure residue". *Br. Poult. Sci.* 15: 177-182.
- THOMPSON, B.P. 1954. Two studies in African nutrition and urban and rural community in northern Rhodesia. The Rhodes Livingstone Institute Paper, N° 24, Manchester University Press, Manchester, England.
- TIHON, L. 1946. "A propos des termites au point de vue alimentaire". *Bull. Agric. Congo Belge*. 37: 865-868.
- WALLACE, A.R. 1852. "On the insects used for food by the Indians of the Amazon". *Trans. Ent. Soc. London*. 2: 241-244.
- ZUBIRAN, S., A. CHAVEZ, G. BONFIL, G. AGUIRRE. J. CRAVIOTO y J. DE LA VEGA. 1975. La desnutrición del mexicano. Fondo de Cultura Económica. México. 63 p.