



Journal of the Mexican Chemical Society

ISSN: 1870-249X

editor.jmcs@gmail.com

Sociedad Química de México

México

Ramos Elorduy, Julieta; Muñoz, José; Pino, José Manuel
Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México
Journal of the Mexican Chemical Society, vol. 42, núm. 1, enero-febrero, 1998, pp. 18-33
Sociedad Química de México
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47542104>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

DETERMINACIÓN DE MINERALES EN ALGUNOS INSECTOS COMESTIBLES DE MÉXICO

Julieta Ramos-Elorduy,¹ José J. Muñoz,² José Manuel Pino¹

¹ Instituto de Biología U.N.A.M. Apdo. Postal 70-153, México. C.P. 04510.

² Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, U.N.A.M. Apdo. Postal 314, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, México C.P. 54090.



RESUMEN

En la presente investigación se cuantificaron las cenizas totales y algunos elementos minerales (sodio, potasio, calcio, zinc, fierro y magnesio) en 39 especies de insectos comestibles de diversas localidades de la República Mexicana. Las determinaciones se realizaron por espectrofotometría de absorción atómica de flama. Se encontraron variaciones en el contenido de minerales entre las diferentes especies estudiadas.

Palabras claves: *Insectos comestibles, minerales.*



ABSTRACT

Total ashes and some mineral elements (sodium, potassium, calcium, zinc, iron and magnesium) were quantified from 39 edible insect species from several regions of Mexico. These determinations were carried out by atomic absorption spectrophotometry. The results showed variations in mineral content amidst different studied species.

Key Words: *Edible insects, minerals.*



INTRODUCCIÓN

Los hábitos alimenticios de un país están marcados por las pautas culturales que en él prevalecen y por las costumbres tradicionales.

La evidente problemática del hambre y de la desnutrición en el mundo y particularmente de México, ha sido señalada por varios autores e instituciones, identificándose como un problema prioritario 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.¹⁻³

Generalmente cuando se hacen estudios sobre alimentación, no se toman en cuenta de manera significativa los recursos naturales silvestres que se emplean, entre ellos están los insectos comestibles, cuya riqueza en proteínas ha sido evaluada por varios autores,⁴⁻²⁰ además de que éstos, comparados con otros recursos alimenticios, deben de ser ingeridos en menor cantidad debido a su alta digestibilidad, ya que desde este punto de vista pueden ser considerados como "concentrados proteínicos".²¹ También aportan una cantidad significativa de calorías en la dieta suplementan ciertas vitaminas como

las del grupo "B".²² Igualmente, cabe señalar que los insectos son un enorme recurso natural renovable los cuales forman parte de la fauna silvestre de los diferentes ecosistemas, constituyendo la mayor biodiversidad en el medio terrestre, en donde han demostrado su sustentabilidad.

Estos organismos aprovechados sistemáticamente son un recurso disponible y confiable de un alto valor nutritivo y están dentro de las costumbres tradicionales de alimentación de mucha gente del área rural del mundo entero.²³ La gran mayoría de las especies se consume en estado inmaduro. Además, los insectos tie-

nen importancia indirecta en la alimentación humana al ser componentes de las redes alimenticias de diversos animales²⁴ y presentan de igual manera una buena eficiencia de conversión comparados con otros animales usados por la gente en su alimentación.²⁵⁻²⁷

En México y en el mundo, muchas especies de insectos forman parte de la dieta cotidiana, hasta la fecha tenemos registradas 417 especies para el país y 1,386 para el mundo, el ejemplo más notable lo constituyen las abejas silvestres e importadas, como es el caso de la abeja italiana, la cual es cosmopolita y no sólo produce una cosecha comercial de alto valor económico como la miel, sino que también poliniza muchas especies de plantas y además provee de valiosos nutrimentos para las personas que las consumen, al ingerir sus larvas y pupas.

Muchos de los insectos son usados en las áreas rurales de todo el planeta como alimento, existiendo una calendarización en el consumo de diversas especies dependiendo de la localidad, especialmente de aquellas regiones donde las condiciones bioecológicas son adversas²⁸⁻³¹ los nativos encuentran en ellos una importante provisión alimenticia y son consumidos de una manera selectiva y sensorial, inclusive algunas especies de insectos comestibles, una vez secos, son almacenados en grandes cantidades (hasta 150-300 kilos por estación) en México, y en cantidades mayores en África, los que son utilizados constantemente, y más aún en los periodos de escasez de alimentos, incluso, son objeto de comercio con fines alimenticios.

Por otro lado, generalmente los minerales se pueden considerar como elementos inorgánicos indispensables ya que el organismo no los sintetiza. Estas sustancias participan activamente llevando a cabo una impresionante variedad de funciones

metabólicas, construyen, activan, regulan, transmiten y/o controlan diversas reacciones, además, algunos minerales pueden actuar como macromoléculas, por ejemplo, el hierro en la hemoglobina, el zinc en la insulina, etc. Con la excepción del tejido óseo, los elementos minerales, sin embargo, constituyen una proporción pequeña (4%) de los tejidos corporales.

Debido a que los minerales desempeñan diferentes funciones y se requieren en formas y concentraciones distintas, ciertos autores los han clasificado en tres grupos: macronutrientes (calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cloro y azufre), micronutrientes (hierro, cobre, yodo, manganeso, cobalto, zinc y molibdeno) y ultramicronutrientes (flúor, aluminio, boro, selenio, cadmio, litio, cromo).²⁸

El objetivo de este estudio es conocer los minerales que algunos de los insectos comestibles de México poseen y pudieren aportar a la dieta.



MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue dividido en dos fases: a) campo y b) laboratorio.

a) Fase de Campo.

Se realizaron colectas de insectos comestibles en diferentes zonas del país entre las que se encuentran algunos poblados de los Estados de Oaxaca, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Morelos y Estado de México (Tabla I).

Se realizaron salidas periódicas a dichos lugares con el fin de efectuar una serie de entrevistas con personas nativas, referentes al conocimiento tradicional de diferentes especies de insectos que forman parte de la alimentación de sus habitantes, así como de los métodos de colecta, de preparación, estado de desarrollo comestible, temporada de consumo, etc. Se

colectaron 39 especies para su conocimiento, determinación y análisis, empleando algunos instrumentos entomológicos como: pinzas, redes para insectos terrestres y acuáticos, aspiradores, etc. Para su transporte al laboratorio se emplearon frascos de vidrio con hielo seco. A cada uno de ellos se le colocó una etiqueta anotando los datos correspondientes de localidad, fecha, nombre del colector, nombre común y observaciones bioecológicas.

b) Fase de Laboratorio.

Comprendió el montaje, etiquetado e identificación taxonómica de las 39 especies de insectos comestibles obtenidos en el campo, para lo cual se revisaron las claves correspondientes al insecto en cuestión y en algunos casos se ratificaron o rectificaron los nombres científicos con investigadores especialistas en la taxonomía de cada grupo y con el auxilio de las colecciones de referencia.

En algunos casos, como en el de los chapulines, del ahuehuete y el axayácatl, se analizaron muestras que contenían a varias especies de insectos comestibles en conjunto, ya que así es la forma en que se consumen, en ocasiones se analizaron muestras de la misma especie provenientes de diferentes localidades (escamoles, avispa de tierra, avispa campanera).

Posteriormente, los insectos fueron sometidos a un análisis químico que comprendió las determinaciones de las cenizas totales y particularmente de los minerales: sodio, potasio, calcio, hierro, magnesio y zinc.

Para la cuantificación de las cenizas totales, los ejemplares se sometieron a una calcinación de acuerdo al método de la A.O.A.C.²⁹ En las determinaciones de calcio y en las de magnesio se utilizó el óxido de lantano. Cada elemento analizado fue detectado conforme a los métodos analíticos para espectrofotometría de absorción atómica señalados por

TABLA I
RELACIÓN TAXONÓMICA DE ALGUNOS INSECTOS COMESTIBLES DE MÉXICO

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	ESTADO DE CONSUMO	LUGAR DE COLECCIÓN
ORTHOPTERA	ACRIDIDAE	<i>Sphenarium histrio</i> Gerst	Chapulines	Ninfas y adultos	San Mateo, Edo. d
		<i>Sphenarium magnum</i> Márquez	Chapulines	Adultos	San Juan Tectipac
		<i>Sphenarium bolivari</i> S. = <i>histrio</i> G.	Chapulines	Ninfas y adultos	Oaxaca
		<i>Sphenarium purpurascens</i> Charp.	Chapulines	Ninfas y adultos	Ocotlán, Oaxaca
		<i>Sphenarium</i> spp.	Chapulines	Ninfas y adultos	San Antonio, Oaxaca
		<i>Encoptolophus herbaceus</i> Sauss	Chapulines	Ninfas y adultos	Sta Maria Zimatlán
		<i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i>	Chapulines	Ninfas y adultos	Nochixtlán, Oaxaca
		<i>Melanoplus mexicanus</i> Sauss	Chapulines	Ninfas y adultos	San Pablo
		<i>Arphia falax</i> Sauss	Chapulines	Ninfas y adultos	Nochixtlán, Oaxaca
		<i>Melanoplus</i> sp.	Chapulines	Adultos	San Pablo Zimatlán
		<i>Boopedon flaviventris</i> Sauss	Chapulines	Adultos	San Pablo Zimatlán
		<i>Osmilia flavolineata</i> de Greer	Chapulines	Ninfas	San Antonio, Oaxaca
		<i>Ochrotettix cer salinus</i> Burm	Chapulines	Ninfas	La Reforma, Oaxaca
					La Reforma, Oaxaca
HEMIPTERA	PENTATOMIDAE	<i>Euschistus strennus</i> E. = <i>zopilotes</i> Distant.	Jumiles	Ninfas y adultos	Cuautla y Cuernavaca
		<i>Euschistus taxcoensis</i> A.	Jumiles de Taxco	Ninfas y adultos	Taxco, Guerrero
	CORIXIDAE	<i>Krizousacorixa azteca</i> Jac.	Axayácatl y Ahuahutle (caviar mexicano)	Huevos y adultos	Sta. Isabel, Texcoco, México
		<i>Krizousacorixa femorata</i> Guerin	Axayácatl y Ahuahutle	Huevos y adultos	Texcoco, Edo de México
		<i>Corisella texcocana</i> Jac.	Axayácatl y Ahuahutle	Huevos y adultos	Xochimilco, México
		<i>Corisella mercenaria</i> S.			
		<i>Corisella edulis</i>			
	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta unifasciata</i> Guerin	Axayácatl (Mosco para pájaros)	Huevos y adultos	Lagos de Cuitzeo, Michoacán
	COREIDAE	<i>Pachilis gigas</i> B.	Chamoës, xamues, gusano del mezquite, chaguis, tantarrias.	Ninfas y adultos	Tulancingo, Hidalgo
	LEPIDOPTERA				
HEMiptera	HEPIALIDAE	<i>Phassus trajesa</i>	Gusanillo	Larvas	San Juan Coatzacoahu
	COSSIDAE	<i>Xyleutes redtembacheri</i> Hamm.	Gusano rojo del maguey	Larvas	Actopan, Hidalgo
	PIERIDAE	<i>Eucheira socialis</i> Westwood	Gusano del madroño	Pupas y larvas	Tlaxiaco, Oaxaca
	SATURNIDAE	<i>Arsenura armida</i> Cramer	Gusano del Jonote	Larvas	Coatepec de Matamoros
	HYMENOPTERA				
FORMICIDAE		<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> West	"Escamol" de reproductores	Huevos, larvas y adultos	Tlalpujahua, Michoacán

<i>Liometopum apiculatum</i> Mayr	“Escamol” de obreras	Huevos, larvas y pupas	Puerto México y Hidalgo
<i>Atta mexicana</i> Bourmeir	Noku u hormiga chicatana	Adulto de reproductores	San Cristóbal de Chiapas, Tenescontitlan
<i>Atta cephalotes</i> Latr.	Hormiga arriera o de junio	Adultos obreras	Ayutla, Oaxaca

VESPIDAE

<i>Brachygastra mellifica</i> Say	Avispa “panal de Castilla”	Estados inmaduros	La Reforma, Oaxaca
<i>Brachygastra azteca</i> Sauss	Avispa cola amarilla	Estados inmaduros	Puerto Escondido, Oaxaca
<i>Polybia parvulina</i> Eichards	Avispa negra	Estados inmaduros	Puerto Escondido, Oaxaca
<i>Polybia occidentalis nigratella</i> Buysson	Avispa Huevo de toro	Adultos recién emergidos	Jungapeo, Michoacán
<i>Polybia occidentalis bohemani</i> Holmgren	Avispa rayada	Adultos y estados inmaduros	Pochutla, Oaxaca
<i>Polistes major</i> Buysson	Avispa colorada	Estados Inmaduros	Jungapeo, Michoacán
<i>Polistes instabilis</i> Sauss	Avispa guitarrilla	Estados Inmaduros	Jungapeo, Michoacán
<i>Mischocyttarus basimacula</i> C.	Avispa negra con franjas	Estados Inmaduros	Puerto Escondido, Oaxaca
<i>Parachartegus apicalis</i> F.	Avispa ala blanca	Estados Inmaduros	Puerto Escondido, Oaxaca
<i>Vespula squamosa</i> Drury	Avispa “Panal de tierra”	Estados Inmaduros	San Antonio, Nduay
			La Reforma, Oaxaca

Perkin Elmer. Después de procesada la muestra, se hicieron las determinaciones en un espectrofotómetro Pye Unicam Modelo SP-192, haciéndose tres repeticiones por muestra y reportándose el promedio correspondiente. Las soluciones patrón utilizadas en esta investigación fueron obtenidas de ampollas Merck y de estándares metálicos libres de óxido y se prepararon a diferentes concentraciones de acuerdo al grado de sensibilidad del espectrofotómetro.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TAXONOMÍA

Se estudiaron a 39 especies comestibles. Las determinaciones taxonómicas realizadas en el presente trabajo se muestran en la Tabla I, donde se indican: el orden y la familia a la que pertenecen, nombre científico, nombre vulgar, estado de consumo, el lugar de colecta y hospederos, viendo que ellos comprendieron 12 especies de chapulines, 9 especies de chinches, 4 especies de mariposas, 4 especies de hormigas y 10 especies de avispas, siendo más abundantes los chapulines y luego las avispas.

CONTENIDO DE SALES MINERALES

En la Tabla II, se anotan los resultados obtenidos en los análisis químicos, estos datos son proporcionados en g/100 g de muestra expresados en base seca. En ella podemos observar que los chapulines, el rango general de cenizas osciló de 0.91 a 8.33 g, los mayores contenidos se presentan en las especies *Sphenarium histrio*, *S. purpurascens* y *Melanoplus* sp. que formaban las muestras de chapulines ya preparados para su venta, a los que se les adiciona cebolla, ajo, sal y chile, cuyo contenido es de 8.33 g/100 g; albergan proporciones me-

nores *Sphenarium* spp. 5.56 g y *Sphenarium histrio* 4.79 g. En las chinches, las que conforman el ahuehuate y el axayacatl, presentaron el mayor índice de todos los insectos registrados en este trabajo con una cantidad de 7.73 y de 12.45 g, respectivamente, esto último se podría explicar en relación al hábitat donde viven, el cual es un lago alcalino con gran cantidad de sales que a través de su alimentación ingieren. El resto de las especies presentó una variación de 1.41 a 2.98 g. Podemos notar que las ninfas de los xamues (*Pachilis gigas*), albergan ligeramente una mayor proporción de sales minerales que los adultos.

En las mariposas, fueron las larvas de *Eucheira socialis* que se alimentan del madroño (*Arbutus glandulosa*), las que tuvieron un contenido total de minerales mayor de 7.07 g, en el resto de las especies éste oscila de 1.52 a 2.76 g.

En las hormigas, fueron los "escamoles" de la especie *Liometopum apiculatum* los que presentaron el más alto contenido 5.5 g en la casta obrera, siendo el de los estados reproductores de 5.05 g. Posteriormente le siguen los reproductores de las chicatanas (*Atta cephalotes*) con 4.04 g y luego los reproductores de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* con 3.78 g y la muestra de Tenescontitlán, Oaxaca de *Atta mexicana*, con 3.19 g.

En las avispas se nota que existe una gran variación según la especie, dos de las cuales *Polistes instabilis* y *Polybia occidentalis bohemani*, presentaron una muy baja concentración de cenizas, siendo éstas menor a 1.0 g (0.60 y 0.92 g respectivamente), la avispa "panal de castilla", (*Brachygastra mellifica*), es la que presentó el mayor contenido de ellas (4.69 g).

SODIO

Se encontró que los valores más altos de sodio los presentaron las espe-

cies *Sphenarium histrio*, *Sphenarium purpurascens* y *Melanoplus* sp. con 7.049 g, correspondientes a la muestra comprada en el mercado y lista para su consumo inmediato, siguiéndole *Sphenarium histrio* que sin condimentarse arrojó 1.142 g (adultos) y el axayacatl con 3.757 g, así como las hormigas chicatanas *Atta mexicana* (casta reproductora) de la muestra de San Cristóbal de las Casas, que tuvo un contenido de 1.60 g.

De las avispas, la mayor cantidad la presentaron las especies *Vespula squamosa* (0.615 g), *Brachygastra azteca* (0.377 g) y *Mischocyttarus basimacula* (0.310 g), y las de menor contenido fueron *Polistes instabilis* (0.066 g) y *Polybia occidentalis nigratella* (0.070 g).

En los alimentos convencionales, utilizados por el hombre Tabla IV, el rango en contenido de este mineral varía de 0.006 a 0.606 g/100 g, de lo cual se deduce que los insectos, presentan una cantidad adecuada de sodio aprovechable, 10 de las especies de insectos presentan más cantidad de este elemento que la cifra mayor mencionada.²⁹

POTASIO

Los valores más altos de potasio se encontraron en el axayacatl (3.321 g) en la mariposa *Eucheira socialis* (2.192 g), en la hormiga *Atta mexicana* (1.030 g), en la larva de la mariposa *Arsenura armida* (0.679 g) y en las avispas *Polybia parvulina* de Pochutla Oaxaca (0.860 g) y *Brachygastra mellifica* (0.572 g). En los chapulines en general, se mantuvo constante en las diversas especies (0.62 g a 0.65 g).

En las chinches, la cantidad de potasio que albergan es variable, al igual que en las mariposas, en las hormigas en general es semejante y en las avispas muy variable.

En los alimentos más ricos en potasio: carne de res, pescado, frijoles, chicharos, papas, etc., el rango oscila

TABLA II
CONTENIDO DE ALGUNOS MINERALES EN ALGUNOS INSECTOS COMESTIBLES

ORDEN ORTHOPTERA					
FAMILIA ACRIDIDAE					
NOMBRE CIENTIFICO	SALES MINERALES	SODIO	POTASIO	g/100 g CALCIO	ZINC
<i>Sphenarium</i> spp. ⁺ , <i>Arphia falax</i> ⁺ , <i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i> ⁺ , <i>Melanoplus mexicanus</i> ⁺ , <i>Encoptolophus herbaceus</i> ⁺	2.40	0.109	0.044	0.051	0.060
<i>Sphenarium histrio</i> *	4.79	0.426	0.422	0.096	0.021
<i>Sphenarium histrio</i> *, <i>Sphenarium</i> <i>purpurascens</i> *, <i>Melanoplus</i> sp.*	8.33	7.049	0.250	0.115	0.017
<i>Sphenarium magnum</i>	1.68	0.102	0.574	0.088	0.032
<i>Sphenarium histrio</i> (adultos)	2.34	1.142	0.177	0.082	0.078
<i>Sphenarium purpurascens</i> (adultos)	2.14	0.609	0.377	0.112	0.042
<i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)*	5.56	0.915	0.068	0.120	0.032
<i>Arphia falax</i>	2.41	0.092	0.062	0.075	0.016
<i>Boopedon</i> af. <i>flaviventris</i> ⁺ , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus mexicanus</i>	2.49	0.066	0.062	0.112	0.024
<i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i>	2.41	0.173	0.066	0.088	0.032
<i>Melanoplus mexicanus</i>	2.14	0.110	0.062	0.120	0.017
<i>Encoptolophus herbaceus</i>	2.41	0.150	0.065	0.064	0.016
<i>Osmilia flavolineata</i>	1.83	0.173	0.065	0.080	0.024
<i>Ochrotettix cer. salinus</i>	0.91	0.066	0.062	0.064	0.026
ORDEN HEMIPTERA					
FAMILIA NOTONECTIDAE, CORIXIDAE					
AHUAHUTLE +	7.73	0.969	0.196	0.440	0.042
AXAYACATL +	12.45	3.757	3.321	0.104	0.056
FAMILIA PENTATOMIDAE					
<i>Euschistus strennus</i> (Cuernavaca, Mor.)	2.98	0.172	0.048	0.088	0.027
<i>Euschistus strennus</i> (Cuautla, Mor.)	2.98	0.036	0.250	0.088	0.112
<i>Euschistus taxcoensis</i> (ninfas)	1.75	0.572	0.092	0.088	0.040

FAMILIA COREIDAE

<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)	1.86	0.036	0.028	0.075	0.108
<i>Pachilis gigas</i> (Adultos)	1.41	0.020	0.014	0.088	0.024

ORDEN LEPIDOPTERA

FAMILIA SATURNIDAE

<i>Arsenura armida</i>	2.67	0.544	0.679	0.082	0.022
------------------------	------	-------	-------	-------	-------

FAMILIA PIERIDAE

<i>Eucheira socialis</i>	7.07	0.048	2.912	0.048	0.026
--------------------------	------	-------	-------	-------	-------

FAMILIA HEPIALIDAE

<i>Phasus</i> sp.	1.52	0.092	0.048	0.064	0.040
-------------------	------	-------	-------	-------	-------

FAMILIA COSSIDAE

<i>Xyleutes redtembacheri</i>	2.76	0.365	0.663	0.088	0.030
-------------------------------	------	-------	-------	-------	-------

ORDEN HYMENOPTERA

FAMILIA FORMICIDAE

<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)	3.77	1.608	1.030	0.098	0.050
<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. Tenescontitlán, Oax.)	3.19	0.173	0.708	0.096	0.024
<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)	4.04	0.070	0.063	0.109	0.026
<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)	5.50	0.075	0.076	0.080	0.032
<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)	5.05	0.110	0.092	0.083	0.032
<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)	3.78	0.066	0.197	0.096	0.032
<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)	1.78	0.071	0.074	0.106	0.027

FAMILIA VESPIDAE

<i>Brachygastra mellifica</i>	4.69	0.092	0.572	0.112	0.024
<i>Brachygastra azteca</i>	1.28	0.377	0.127	0.120	0.040
<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)	3.27	0.154	0.860	0.080	0.026
<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)	2.05	0.173	0.250	0.080	0.032
<i>Polybia occidentalis nigratella</i>	3.49	0.070	0.061	0.106	0.032
<i>Polybia occidentalis bohemani</i>	0.92	0.071	0.193	0.224	0.016
<i>Polistes instabilis</i>	0.60	0.066	0.065	0.098	0.024
<i>Polistes major</i>	1.93	0.150	0.065	0.067	0.042
<i>Mischocyttarus basimaculata</i>	4.22	0.310	0.115	0.120	0.032
<i>Parachartegus apicalis</i>	2.55	0.071	0.310	0.088	0.040
<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Apoala, Oaxaca)	2.83	0.615	0.310	0.040	0.042
<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)	2.83	0.063	0.070	0.074	0.032

* Ya condimentados para su venta.

+ Se consumen en conjunto: *Krizousacorixa azteca*, *K. femorata*, *Corisella mercenaria*, *C. texcocana*, *C. edulis* y *Notonecta*

de 0.014 a 1.694 g/100 g. Es decir, la cantidad de potasio que albergan los insectos comestibles se encuentra en el rango de los demás alimentos ingeridos por el hombre, siendo siete las especies que presentan más potasio que la cantidad mayor reportada.

CALCIO

En lo referente al calcio, los valores más elevados, son los de aquellas especies que constituyen el ahuehuete (0.440 g), y las de las avispas *Brachygastra azteca* (0.120 g) y *Mischocyttarus basimacula* (0.120 g). Es importante resaltar que en general los valores de los insectos comestibles van de 0.040 g a 0.120 g.

En los alimentos convencionales ricos en calcio: leche, queso, yema de huevo, frijoles, lentejas, nueces, higos, nabos y espárragos su proporción varía de 0.006 a 0.930 g/100 g, y los insectos comestibles poseen valores intermedios entre estas cifras de calcio aprovechable.

ZINC

Es en las chinches, en donde el contenido de zinc es el más alto, vemos que los jumiles de Cuautla, Morelos (*Euchistus strennus*) arrojaron 0.112 g y *Pachilis gigas* (xamues) en estado ninfal 0.108 g, presentando los insectos comestibles en casi todos los casos, un contenido muy superior, es decir, los insectos son ricos en zinc, ya que la totalidad de las especies de insectos estudiados, contienen una cantidad superior de zinc a la que se encuentra en los alimentos como: ostiones, carne, hígado, huevo, leche, pan integral, etc.

HIERRO

El contenido de hierro de los insectos comestibles tuvo un rango que va de 0.012 g a 0.054 g. La proporción del ahuehuete fue muy superior al resto de las especies, éste tuvo más del doble (0.130 g).

Los alimentos consumidos regularmente por el hombre, leche y queso, poseen cantidades menores a 0.015 g de hierro y los insectos poseen de 0.012 g a 0.054 g, por lo tanto son una buena fuente de hierro.

MAGNESIO

En el caso del magnesio que albergan los insectos comestibles, sucedió algo similar al elemento anterior: los valores son en general muy elevados, las cifras más bajas en éste, son de alrededor 0.350 g, en tanto que en los alimentos más comunes, encontramos cantidades menores a 0.150 g, por lo que al igual que en el hierro, los insectos son una fuente importante de magnesio.

COMPARACIÓN CON ALIMENTOS CONVENCIONALES

Al comparar las cifras de los minerales determinados en algunos insectos comestibles, con las cantidades que poseen algunos alimentos convencionales de consumo diario, haciendo énfasis en aquellos que proveen proteína de origen animal, en las tablas (Tabla IV a IX) se señala su posicionamiento.

En sodio (Tabla IV), el 7.7% de los insectos estudiados posee más sodio que la carne de res seca, el 20.5% más que el tocino, el 69.23% y que los quesos parmesano y cheddar, el 35.9% más que el queso cottage, el 69.23% más que el pez azul, el 76.9% más que el pollo y el 87.2% más que la lobina, el 94.9% más que el pollo sin dorar y sin piel y que todos los cortes de res, y el 100% más que la soya.

En potasio (Tabla V), el 30.7% de los insectos estudiados tienen una mayor proporción que la hamburguesa, el tocino o el frijol cocido, el 33.3% más que la res o el pollo, el 39% más que la lobina, el 56.4% más que la soya, el 66.6% más que los quesos cottage o cheddar.

En calcio (Tabla VI) el 18% de las especies posee una mayor cantidad que el salmón, y la leche de vaca y la levadura de cerveza seca, el 94.8% más que el huevo y el 100% más que el tocino, el pollo, la carne de res, el jamón, el hígado, el cordero y el pescado.

En zinc (Tabla VII), el 100% de las especies de estos insectos, albergan una proporción mayor que el pollo, el huevo, el tocino, la leche, el yoghurt y la crema de leche entera, que constituyen la base de la proteína animal.

En hierro (Tabla VIII), el 12.8% posee una mayor cantidad que el hígado de res, el 41.02% más que el pescado, el 66.6% más que el huevo, y el 100% más que el huevo, el 89.74% más que el pollo y el 97.4% más que el pescado, y el 100% más que el queso, el tocino, el hígado, la carne de res y la leche.

En magnesio (Tabla IX), el 100% de las especies de insectos estudiados poseen una mayor cantidad que todos los productos convencionales con los que se compararon.

DISCUSION

Al comparar a los insectos con los productos comunes de obtención proteínica de origen animal, así como con muchas frutas y verduras, éstos poseen en muchos casos una mayor proporción de algunos de los minerales analizados.

Se puede afirmar que existen variaciones en el contenido de los diversos minerales estudiados en los insectos comestibles seleccionados, lo que quizás se deba al tipo de insecto, forma de vida, estado de desarrollo elegido, tipo de alimentación que posea y/o lugar de procedencia.

Al comparar nuestros resultados con los obtenidos por otros autores³⁰⁻³² con orugas comestibles de África, principalmente de Zaire y de Sudáfrica, observamos que existen diferencias conforme a estos resultados y que ello quizás se debe a

la variación entre cada una de las especies de insectos comestibles, así como por el hecho de que sus análisis se llevaron a cabo, algunos sobre material fresco y otros con material procesado según los diversos modos de preparación, sólo algunos se reportan en base seca.

Sin embargo, se puede señalar que al comparar a las 4 orugas comestibles que estudiamos, con el caso de las conocidas como "mopanie worms"³¹ (especies secas) sus valores en calcio y sodio son más elevados que los nuestros, en potasio y fierro son similares y en zinc y magnesio más bajos que éstos. En el caso de las 24 especies de orugas consumidas en Zaire, analizadas por Malaisse y Parent³³ en donde presentan los valores que obtuvieron para calcio, fierro y fósforo (aquí no se estudió a este último), encontramos que nuestros valores de calcio se encuentran en el rango medio de los presentados por ellos y que los valores de fierro en general son más bajos que los de ellos. Al comparar nuestros resultados con los de Kodonki³⁴ se nota que en sodio, generalmente los insectos comestibles de México albergan contenidos más altos; en potasio sucede lo contrario, con la excepción de la larva de *Eucheira socialis* que presenta más del doble de valor (2.912 g) máximo obtenido por ellos, (1.250 g). En calcio, fierro y zinc, las cifras en este trabajo son menores y en magnesio llegan a ser hasta seis veces más elevadas, siendo los resultados de Santos Oliveira³⁰ semejantes a los de Kodonki.

Todo ello implica que, para poder efectuar una comparación real entre las diferentes especies de insectos comestibles, éstos se deberían encontrar en el mismo estado de desarrollo, así como con el mismo tipo de preparación o de preservación y deben de ser analizados con los mismos aparatos y métodos, sin embargo, para

Tabla III
Requerimientos nutricionales de algunos minerales

	sodio	calcio	g/día potasio	magnesio	zinc	fierro
Niños hasta 6 meses	0.2325	0.6000	0.90	0.650	0.003	0.010
Adultos	2.750	1.0500	3.925	0.450	0.0150	0.018

finés prácticos, una comparación entre la forma como se consumen, es quizás más válida.

En efecto, esta investigación demostró que la mayoría de los insectos comestibles poseen una proporción adecuada de cenizas totales y una proporción muy elevada en lo que se refiere a los elementos K, Ca, Fe y Mg. Generalmente los datos obtenidos en los insectos comestibles fueron superiores a los datos reportados para algunos de los alimentos de consumo convencional, concluyéndose que los insectos comestibles pueden cubrir de manera práctica el aporte necesario de nutrientes minerales diarios que necesita cada individuo dependiendo de su edad, sexo, actividad y estado fisiológico.

Los insectos comestibles estudiados desempeñan un papel importante en la alimentación de mucha gente del área rural, son consumidos durante todo el año dependiendo de su abundancia, ya que unas especies son univoltinas y otras bivoltinas o polivoltinas, complementando de esta manera la alimentación de dicha gente, al igual que lo hacen otros recursos silvestres, más aún, en estas personas con una economía natural o de subsistencia, en donde los insectos no tienen costo alguno, sino sólo el conocerlos y explotarlos en su beneficio.

Podemos decir que con respecto a las cantidades requeridas de estos minerales por el ser humano en sus diferentes fases de desarrollo de acuerdo a Scott³⁵ (Tabla III), si solamente se ingirieran insectos, sin

sinergizarse con otros alimentos, los insectos consumiendo 100 gramos de ellos, serían bajos en sodio y calcio, altos en zinc y fierro y en potasio, sólo aproximadamente la mitad de las especies suplirían el requerimiento y en magnesio el 65% de ellos.

TABLA IV
Contenido de sodio en diferentes alimentos

Alimento	g/100 g	Insectos
Res seca	7.049	<i>Sphenarium histrio</i> , <i>S. purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.
	4.300	
	3.757	Axayacatl
Tocino canadiense cocido	2.555	
	1.608	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)
	1.142	<i>Sphenarium histrio</i> (adultos)
Tocino cocido escurrido	1.021	
	0.987	
	0.969	Ahuahutle
Hojuelas de trigo	0.925	
	0.915	<i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)
	0.734	
Queso parmesano	0.700	
	0.615	<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Apoala, Oaxaca)
	0.609	<i>Sphenarium purpurascens</i> (adultos)
Queso cheddar americano	0.572	<i>Euschistus taxcoensis</i> (ninfas)
	0.567	
	0.567	
Pan de trigo entero	0.557	
	0.544	<i>Arsenura armida</i>
	0.507	
Pan de centeno americano	0.426	<i>Sphenarium histrio</i>
	0.377	<i>Brachygastra azteca</i>
	0.377	
Pan blanco		

			TABLA V		
			Contenido de potasio en diferentes alimentos		
			Alimento	g/100 g	Insecto
	0.365	<i>Xyleutes redtenbacheri</i>		3.321	Axayacatl
	0.310	<i>Mischocyttarus basimaculata</i>		2.912	<i>Eucheira socialis</i>
Queso cottage a la crema	0.229				
Almendras tostadas saladas	0.198		Frijol, semilla madura seca	1.529	
	0.173	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. Tenescontitlán, Oax.)	Frijol blanco seco	1.196	
	0.173	<i>Boopeton</i> sp. af. <i>flaviventris</i>		1.030	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)
	0.173	<i>Osmilia flavolineata</i>		0.860	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)
	0.173	<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)	Almendras secas	0.773	
	0.172	<i>Euschistus strennus</i> (Cuernavaca, Mor.)	Almendras tostadas saladas	0.773	
Pastel esponjoso	0.167		Nueces de Brasil	0.715	
	0.154	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)		0.708	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. Tenescontitlán, Oax.)
	0.150	<i>Encyrtolophus herbaceus</i>		0.679	<i>Arsenura armida</i>
	0.150	<i>Polistes major</i>		0.663	<i>Xyleutes redtenbacheri</i>
Leche agria	0.130		Aguacate	0.604	
Apio crudo	0.126			0.574	<i>Sphenarium magnum</i>
	0.110	<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)		0.572	<i>Brachygastra mellifica</i>
	0.110	<i>Melanoplus mexicanus</i>	Nuez de la India	0.464	
Rosca a la antigua	0.110		Hamburguesa regular cocida	0.450	
	0.109	<i>Sphenarium</i> spp., <i>Arphia falax</i> , <i>Boopeton</i> sp af <i>flaviventris</i> , <i>Melanoplus mexicanus</i> ; <i>Encyrtolophus herbaceus</i>	Tocino canadiense cocido	0.432	
	0.104			0.422	<i>Sphenarium histrio</i>
	0.102	<i>Sphenarium magnum</i>	Frijol cocido	0.416	
	0.092	<i>Arphia falax</i>		0.377	<i>Sphenarium purpurascens</i> (adultos)
	0.092	<i>Brachygastra mellifica</i>	Plátano	0.370	
	0.092	<i>Phasus</i> sp.	Res, todos los cortes	0.370	
Apio cocido	0.088		Apio crudo	0.341	
Acelga suiza cocida	0.086		Zanahorias crudas	0.341	
Pollo dorado sin piel	0.086		Acelga suiza cocida	0.321	
	0.075	<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)	Pollo dorado sin piel	0.321	
	0.071	<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)		0.310	<i>Parachartegus apicalis</i>
	0.071	<i>Parachartegus apicalis</i>		0.310	<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Apoala, Oaxaca)
	0.071	<i>Polybia occidentalis bohemani</i>	Coliflor cruda	0.295	
	0.070	<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)	Coles de Bruselas	0.273	
	0.070	<i>Polybia occidentalis nigratella</i>	Pan de trigo	0.273	
Lobina marina cruda	0.068		Puntas de brocoli	0.267	
	0.066	<i>Boopeton flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus mexicanus</i>	Lobina marina cruda	0.256	
	0.066	<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)		0.253	
	0.066	<i>Chrotettix cer. salinus</i>	Col, apio o china	0.251	
	0.066	<i>Polistes instabilis</i>	Melón	0.250	<i>Euschistus strennus</i> (Cuautla, Mor.)
	0.063	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)		0.250	<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)
Res, todos los cortes	0.060				
Hamburguesa regular cocida	0.048	<i>Eucheira socialis</i>			
Zanahorias crudas	0.047				
Betabeles	0.047				
	0.043				
	0.036	<i>Euschistus strennus</i> (Cuautla, Mor.)			
	0.036	<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)			
Cacahuete quebradizo	0.031				
Col, apio o china	0.023				
Col cruda	0.020				
	0.020	<i>Pachilis gigas</i> (Adultos)			
Frijol blanco seco	0.019				
Nuez de la India sin salar	0.015				
Col cocida	0.014				
Coliflor cruda	0.013				
Melón	0.012				
Coles de Bruselas cocidas	0.010				
Puntas de brocoli cocidas	0.010				
Coliflor cocida	0.009				
Frijol cocido	0.007				
Aguacate	0.004				
Almendras secas	0.004				
Ejotes verdes cocidos	0.004				
Frijol soya, nacida cocida	0.004				
Frijol, semilla madura seca	0.004				
Cebada perla clara	0.003				
Manzanas crudas, sin pelar	0.001				
Nueces de Brasil	0.001				
Plátano	0.001				
Zarzamoras crudas	0.001				
Datos de los alimentos tomados de Robinson (1975).					

0.250	<i>Sphenarium histrio</i> , <i>S. purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.	0.065	<i>Polistes major</i>	Salvado de trigo	0.14	
0.239		0.063	<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)	Brocoli	0.13	
0.236		0.062	<i>Arphia falax</i>	Levadura de cerveza seca	0.13	0.120 <i>Brachygastra azteca</i>
0.233		0.062	<i>Boopeton</i> <i>flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>	Destilado de granos de maíz seco con solubles	0.12	
0.208		0.062	<i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>	Leche de vaca	0.12	0.120 <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>
0.206		0.062	<i>Ochrotettix cer.</i> <i>salinus</i>		0.120	0.120 <i>Mischocyttarus</i> <i>basimaculata</i>
0.200		0.061	<i>Polybia occidentalis</i> <i>nigratella</i>	Salvado de arroz	0.12	
0.197	<i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)	0.060			0.120	0.115 <i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)
0.196	Ahuahutle	0.048	<i>Euschistus</i> <i>strennus</i> (Cuernavaca, Mor.)		0.115	0.115 <i>Sphenarium histrio</i> , <i>S. purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.
0.193	<i>Polybia occidentalis</i> <i>bohemani</i>	0.048	<i>Phasus</i> sp.		0.112	0.112 <i>Boopeton</i> <i>flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>
0.177	<i>Sphenarium</i> <i>histrio</i> (adultos)	0.044	<i>Sphenarium</i> spp., <i>Arphia falax</i> , <i>Boopeton</i> sp. af <i>flaviventris</i> , <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i> , <i>Encyrtolophus</i> <i>herbaceus</i>		0.112	0.112 <i>Brachygastra</i> <i>mellifica</i>
0.170		0.028	<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)		0.112	0.112 <i>Sphenarium</i> <i>purpurascens</i> (adultos)
0.163		0.023			0.109	0.109 <i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)
0.160		0.014	<i>Pachilis gigas</i> (Adultos)		0.106	0.106 <i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)
0.156					0.106	0.106 <i>Polybia occidentalis</i> <i>nigratella</i>
0.151					0.104	0.104 Axayacatl
0.151					0.10	
0.149					0.098	0.098 <i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)
0.145					0.096	0.096 <i>Polistes instabilis</i> <i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. Tenescontitlán, Oax.)
0.140					0.096	0.096 <i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)
0.127	<i>Brachygastra</i> <i>azteca</i>				0.096	0.096 <i>Sphenarium histrio</i>
0.115	<i>Mischocyttarus</i> <i>basimaculata</i>				0.088	0.088 <i>Euschistus</i> <i>taxcoensis</i> (ninfas)
0.110					0.088	0.088 <i>Boopeton</i> sp. af. <i>flaviventris</i>
0.105					0.088	0.088 <i>Euschistus</i> <i>strennus</i> (Cuautla, Mor.)
0.092	<i>Euschistus</i> <i>taxcoensis</i> (ninfas)				0.088	0.088 <i>Euschistus</i> <i>strennus</i> (Cuernavaca, Mor.)
0.092	<i>Liometopum</i> <i>apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)				0.088	0.088 <i>Pachilis gigas</i> (Adultos)
0.087					0.088	0.088 <i>Parachartegus</i> <i>apicalis</i>
0.085					0.088	0.088 <i>Sphenarium</i> <i>magnum</i>
0.082						
0.076	<i>Liometopum</i> <i>apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)					
0.074	<i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)					
0.070	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)					
0.068	<i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)					
0.066	<i>Boopeton</i> sp. af. <i>flaviventris</i>					
0.065	<i>Encyrtolophus</i> <i>herbaceus</i>					
0.065	<i>Osmilia flavolineata</i>					
0.065	<i>Polistes instabilis</i>					

TABLA VI
Contenido de calcio en diferentes alimentos

Alimento	g/100 g	Insecto
Carne con hueso	10.60	
Pescado con solubles	5.50	
Ajonjolí	2.10	
Alfalfa deshidratada	1.6	
Leche desnatada seca	1.30	
Queso	1.0	
Melaza	0.90	
Suero de leche seco	0.90	
Hígado y glandular	0.70	
Maíz grano amarillo	0.62	
Torula	0.57	
	0.440	Ahuahutle
Aceite de cártamo	0.40	
Aceite de semilla de girasol	0.30	
Aceite de soya	0.25	
	0.224	<i>Polybia occidentalis</i> <i>bohemani</i>
Cacahuete	0.20	
Semilla de algodón	0.20	
Frijol	0.16	
Salmón	0.15	
Trigo regular	0.15	

		TABLA VII			
		Contenido de zinc en diferentes alimentos			
		Alimento	g/100 g Insecto		
Germinal de trigo	0.088	<i>Xyleutes redtembacheri</i>		0.032	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)
	0.083	<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)	Sangre seca 0.300	0.030	<i>Xyleutes redtembacheri</i>
	0.082	<i>Arsenura armida</i>	0.112	0.027	<i>Euschistus strennus</i> (Cuautla, Mor.)
	0.082	<i>Sphenarium histrio</i> (adultos)	0.108	0.027	<i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)
	0.08		0.078	0.026	<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)
	0.080	<i>Liometopum apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)	0.060	0.026	<i>Eucheira socialis</i>
	0.080	<i>Osmilia flavolineata</i>		0.026	<i>Ochroetix cer. salinus</i>
	0.080	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)		0.026	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)
	0.080	<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)		0.024	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos, Tenescontitlán, Oax.)
	0.075	<i>Arphia falax</i>	0.056	0.024	<i>Boopeton flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus mexicanus</i>
	0.075	<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)	0.050	0.024	<i>Brachygastra mellifica</i>
	0.074	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)	0.042	0.024	<i>Osmilia flavolineata</i> (Adultos)
	0.067	<i>Polistes major</i>	0.042	0.024	<i>Polistes instabilis</i>
	0.064	<i>Encyrtolophus herbaceus</i>	0.042	0.022	<i>Arsenura armida</i>
	0.064	<i>Ochroetix cer. salinus</i>	0.042	0.021	<i>Sphenarium histrio</i>
	0.064	<i>Phasus</i> sp.	0.040	0.017	<i>Melanoplus mexicanus</i>
	0.051	<i>Sphenarium</i> spp., <i>Arphia falax</i> , <i>Boopeton</i> sp. af. <i>flaviventris</i> , <i>Melanoplus mexicanus</i> , <i>Encyrtolophus herbaceus</i>	0.040	0.017	<i>Sphenarium histrio</i> , <i>S. purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.
			0.040	0.016	<i>Arphia falax</i>
			0.040	0.016	<i>Encyrtolophus herbaceus</i>
			0.040	0.016	<i>Polybia occidentalis bohemani</i>
			0.040		
Grano de trigo	0.05			Pescado menhade	0.0147
Huevo completo	0.05			Arenque	0.0132
Arroz refinado	0.04			Barbavy	0.0103
Forraje	0.04			Ajonjolí	0.01
				Tonula	0.01
	0.040	<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Aponla, Oaxaca)		Grano de Bremen seco	0.0098
Arroz totalmente refinado	0.03			Came con hueso	0.0095
Papa dulce	0.03			Pan de trigo	0.009
Tocino	0.03			Destilado de maíz con solubles	0.008
Cebada	0.02			Pescado soluble seco	0.0076
Coliflor	0.02			Harina de pluma hidrolizada	0.0069
Chicharos cocidos	0.02			Colza	0.0066
Pollo	0.02			Rosbif	0.0064
Chuletas de cordero	0.01			Trigo regular	0.0064
Hígado	0.01			Suero de leche seco ácido	0.0063
Jamón	0.01			Soya 44%	0.0060
Mila	0.01				
Papa blanca	0.01				
Pescado Halibut	0.01				
Res (bistec)	0.01				
Datos de los alimentos tomados de Scott (1986).					

Semilla de algodón	0.0057
Maíz gluta	0.0048
Res (rampatty)	0.0047
Soya sin cáscarilla	0.0045
Frijoles secos	0.0042
Leche de vaca en polvo sin grasa	0.00408
Higado	0.0040
Leche desnatada seca	0.0040
Levadura de cerveza seca	0.0039
Cártamo	0.0038
Leche de vaca entera en polvo	0.00334
Queso cheddar	0.0031
Chicharos secos	0.0030
Salvado de arroz	0.003
Queso americano	0.00299
Pavo	0.00296
Pescado fresco	0.0025
Cachuate	0.0020
Calostro humano	0.0020
Suero de leche seco	0.0020
Jamón	0.00193
Salchicha de res y cerdo	0.00184
Alfalfa deshidratada	0.0017
Arroz	0.0016
Cebada	0.0015
Maíz gluten	0.0015
Productos de pastelería	0.0015
Sorgo	0.0015
Pollo entero cocido	0.00148
Huevo entero	0.00144
Melaza de remolacha	0.0014
Pulpa de citrico seca	0.0014
Trigo	0.0014
Pan	0.00134
Helado de vainilla regular	0.00106
Pan blanco entero	0.00104
Frijoles	0.001
Maíz amarillo No. 2	0.001
Pan blanco con calcio	0.001
Tocino	0.001
Leche de vaca entera evaporada	0.00077
Sherbet prange	0.00065
Chicharos frescos	0.00062
Yogurt con leche entera	0.00059
Pan blanco	0.00057
Café blanqueado	0.00051
Espagueti cocido	0.00048
Res (brorth)	0.00042
Crema mitad y mitad	0.0004
Leche de vaca entera	0.00036
Forraje	0.0003
Substituto de leche para infantil	0.000273
Zanahorias	0.00025
Judias	0.00021

Arroz blanco refinado seco	0.00020
Caldo de pollo	0.0002
Papa seca	0.0002
Leche humana (madura)	0.00017
Tomates	0.00016
Jugo de naranja	0.00015
Albaricoque	0.00012
Salsa de manzana	0.00008
Jugo de manzana	0.00007
Toronja (todas las áreas)	0.00007
Duraznos	0.00005
Papa	0.00004

Datos de los alimentos tomados de Scott (1986).

TABLA VIII
Contenido de hierro en diferentes alimentos

Alimento	g/100 g	Insecto
Avena	0.382	
Sangre seca	0.300	
	0.130	Ahuahutle
Pan de trigo	0.114	
Mantequilla de cacahuete	0.100	
Frijol seco	0.085	
Soya	0.084	
Came con hueso	0.0684	
Higado	0.063	
	0.054	<i>Eucheira socialis</i>
Trigo	0.054	
Cebada	0.050	
Levadura seca	0.050	
Semilla de cártamo	0.0495	
	0.046	<i>Brachygastra mellifica</i>
	0.044	<i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)
Maíz gluten	0.0424	
	0.042	<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)
	0.042	<i>Polybia occidentalis nigratella</i>
	0.042	<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)
Alfalfa deshidratada	0.0405	
	0.040	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)
	0.038	<i>Boopedon flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus mexicanus</i>
Harina de avena	0.038	
	0.038	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)
	0.033	Axayacatl
	0.032	<i>Melanoplus mexicanus</i>
Pescado	0.0302	

	0.030	<i>Phasus</i> sp.
Pulpa de remolacha seca	0.030	
	0.030	<i>Xyleutes redtembacheri</i>
Res	0.028	
	0.028	<i>Polistes major</i>
	0.028	<i>Sphenarium</i> spp., <i>Arphia falax</i> , <i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i> , <i>Melanoplus mexicanus</i> , <i>Encoptolophus herbaceus</i>
	0.027	<i>Ochroetix cer. salinus</i>
	0.026	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos, Tenescontitlan, Oax.)
	0.026	<i>Parachartegus apicalis</i>
Grano de Bremen Ganso	0.025	
	0.025	
	0.024	<i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i> , <i>Euschistus strenuus</i> (Cuernavaca, Mor.)
Destilado de granos maíz seco	0.0237	
Huevo entero	0.023	
	0.023	<i>Euschistus taxcoensis</i> (ninfas)
	0.023	<i>Sphenarium histrio</i>
	0.022	<i>Arphia falax</i>
	0.022	<i>Liomotopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)
Anchoa	0.0218	
Semilla de algodón	0.0202	
	0.020	<i>Mischocyttarus basimaculata</i>
	0.020	<i>Sphenarium magnum</i>
Colaza	0.0190	
	0.019	<i>Liomotopum apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)
	0.019	<i>Liomotopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)
	0.019	<i>Osmilia flavolineata</i>
Salvado de arroz	0.0190	
Melaza	0.0186	
Papa	0.018	
Chicharos	0.018	
	0.018	<i>Liomotopum apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)
	0.018	<i>Sphenarium purpurascens</i> (adultos)
Manzana	0.017	

Suero de leche seco	0.017	<i>Arsenura armida</i>	Chicharos frescos	0.0017	0.728	<i>Sphenarium</i> spp., <i>Arphia falax</i> , <i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i> , <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i> ; <i>Encoptolophus</i> <i>herbaceus</i>
	0.017	<i>Encoptolophus</i> <i>herbaceus</i>	Albaricoque	0.0014	0.672	<i>Osmilia flavolineata</i>
	0.0169	<i>Polybia occidentalis</i> <i>bohemani</i>	Arroz refinado	0.0014	0.657	<i>Arphia falax</i>
	0.016	<i>Sphenarium histrio</i> (adultos)	Pescado fresco	0.0012	0.650	<i>Liometopum</i> <i>apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)
	0.016	<i>Sphenarium histrio</i> , <i>S purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.	Salchichas	0.0011	0.634	<i>Liometopum</i> <i>apiculatum</i> (Escamol de reproductores, Puerto México, Hidalgo)
	0.016	<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Apoala, Oaxaca)	Col	0.001	0.600	<i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de obreras)
Pollo	0.015		Queso	0.001	0.550	Colaza
	0.015	<i>Euschistus</i> <i>strennus</i> (Cuautla, Mor.)	Tocino	0.0008	0.550	Semilla de algodón
Cacahuete	0.0142		Lechuga	0.0006	0.532	<i>Ochrotettix cer.</i> <i>salinus</i>
	0.014	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)	Harina de trigo	0.0004	0.530	<i>Boopedon</i> sp. af. <i>flaviventris</i>
	0.014	<i>Brachygastra</i> <i>azteca</i>	Leche humana	0.00022	0.520	<i>Parachartegus</i> <i>apicalis</i>
	0.014	<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)	Leche de vaca	0.0001	0.498	<i>Encoptolophus</i> <i>herbaceus</i>
	0.014	<i>Polistes instabilis</i>			0.464	<i>Brachygastra</i> <i>mellifica</i>
Soya sin cascarilla	0.013				0.460	Ajonjoli
Arenque	0.0125				0.438	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. Tenescotitlán, Oax.)
Pescado	0.012				0.424	<i>Sphenarium</i> <i>purpurascens</i> (adultos)
	0.012	<i>Pachilis gigas</i> (Adultos)			0.422	<i>Polistes major</i>
Torula	0.0118				0.420	<i>Polybia parvulina</i> (Pochutla, Oax.)
Salvado de trigo	0.0114				0.420	<i>Sphenarium</i> <i>histrio</i> (adultos)
Soya	0.011				0.416	<i>Liometopum</i> <i>occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> (Escamol de reproductores)
Levadura de cerveza seca	0.0109				0.414	<i>Vespula squamosa</i> (San Antonio, Apoala, Oaxaca)
Queso	0.010				0.384	<i>Xyleutes</i> <i>redtembacheri</i>
Manzanas	0.01				0.366	<i>Brachygastra</i> <i>azteca</i>
Ajonjoli	0.0093				0.360	<i>Atta mexicana</i> (Reproductores adultos. San Cristóbal de las Casas, Chiapas)
Frijoles secos	0.0085				0.354	<i>Polistes instabilis</i>
Trigo integral	0.0083				0.354	<i>Sphenarium histrio</i> , <i>S purpurascens</i> , <i>Melanoplus</i> sp.
Tocino	0.008					
Avena	0.0076					
Harina de pluma hidrolizada	0.0076					
Frijoles secos	0.007					
Melaza de remolacha	0.0068					
Forraje	0.0067					
Cebada	0.0055					
Trigo	0.0054					
Cebada	0.005					
Chicharos secos	0.0050					
Torula	0.0050					
Higado (res y cerdo)	0.0045					
Milo y otros granos de sorgo	0.0045					
Maiz	0.0035					
Maiz amarillo	0.0035					
No. 2	0.0035					
Semilla de girasol	0.0031					
Carne de res y otras carnes rojas	0.0028					
Pan	0.0028					
Pato	0.0025					
Huevo toda la porción comestible	0.0023					
Papa blanca	0.0018					
Plátanos	0.0018					

TABLA IX
Contenido de magnesio en
diferentes alimentos

Alimento	g/100 g	Insecto
	2.560	Ahuahutle
	1.628	<i>Arsenura armida</i>
	1.484	<i>Mischocyttarus</i> <i>basimaculata</i>
	1.285	<i>Eucheira socialis</i>
	1.129	<i>Polybia occidentalis</i> <i>nigratella</i>
Carne con hueso	1.020	
	0.968	Axayacatl
	0.968	<i>Liometopum</i> <i>apiculatum</i> (Escamol de obreras, Tulancingo, Hidalgo)
	0.943	<i>Boopedon</i> <i>flaviventris</i> , <i>Sphenarium</i> spp., <i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>
	0.940	<i>Atta cephalotes</i> (Reproductores adultos)
Salvado de arroz	0.940	
	0.932	<i>Euschistus strennus</i> (Cuautla, Mor.)
	0.862	<i>Vespula squamosa</i> (La Reforma, Oaxaca)
	0.857	<i>Polybia parvulina</i> (Puerto Escondido, Oax.)
	0.840	<i>Phasus</i> sp.
	0.836	<i>Euschistus strennus</i> (Cuernavaca, Mor.)
	0.824	<i>Sphenarium</i> spp. (ninfas)
	0.796	<i>Pachilis gigas</i> (Ninfas)
	0.780	<i>Pachilis gigas</i> (Adultos)
	0.744	<i>Euschistus</i> <i>taxcoensis</i> (ninfas)
	0.744	<i>Sphenarium histrio</i>
	0.740	<i>Melanoplus</i> <i>mexicanus</i>

	0.352	<i>Sphenarium magnum</i>
Melaza	0.350	
Melaza	0.350	
Milo y sorgo	0.350	
	0.348	<i>Polybia occidentalis bohemani</i>
Maiz gluten	0.33	
Alfalfa deshidratada	0.29	
Chicharos fritos secos	0.280	
Soya entera	0.280	
Soya entera	0.280	
Soya	0.275	
Pulpa de remolacha seca	0.27	
Anchoa	0.25	
Forraje	0.24	
Lespederehay	0.24	
Levadura de cerveza seca	0.230	
Sangre	0.220	
Frijoles	0.180	
Torula	0.170	
Trigo	0.165	
Cebada	0.160	
Cacahuete	0.150	
Cacahuete	0.15	
Arenque	0.14	
Chicharos cocidos	0.140	
Harina de avena	0.140	
Avena	0.130	
Cebada	0.13	
Frijoles	0.13	
Sucro de leche seco	0.130	
Arroz entero	0.120	
Maiz	0.120	
Maiz amarillo No. 2	0.12	
Maiz gluten	0.080	
Pan	0.050	
Papas	0.045	
Papa blanca	0.030	
Plátanos	0.029	
Cane de res y otras carnes rojas	0.025	
Pescado Halibut	0.023	
Pollo	0.023	
Acete de semilla de cártamo	0.020	
Semilla de cártamo sin cascarrilla	0.020	
Zanahorias	0.020	
Tomate	0.018	
Piña	0.0140	
Citricos	0.01	
Hígado	0.010	
Huevo toda la porción comestible	0.010	
Leche de vaca fresca	0.010	
Albaricoque	0.008	
Manzanas	0.005	

Datos de los alimentos tomados de Scott (1986).



BIBLIOGRAFIA

- De Castro J. 1973. Geopolítica del Hambre. Vol. 1, Ed. Guadarrama, México 339 p.
- Zubirán, S., Chávez, A., Bonfil, G., Aguirre, G., Cravioto, J. y de la Vega,

- J. 1975. La desnutrición del mexicano. Ed. Fondo de Cultura Económica, México 63 p.
- Flores, M.A. 1987. La Magnitud del hambre en México. Ed. particular 103 p.
- Aufret and Tanguy 1947-1948. Note sur le valeur alimentaire des termites, *Bull. Med. l'A.O.F.* 3: 395-396.
- Bodenheimer, F.S. 1951. Insects as Human Food Junk publishers, The Hague, 352 p.
- Cravioto, R.O., Massieu, G., Guzmán, J. y Calvo de la Torre J. 1951. *Ciencia (México)* 11 129-157.
- DeFoliart, G.R. 1975. Insects as source of proteins. *Bull. Ent. Soc. Amer.* 21, 161-163.
- DeFoliart, G.R., Finke M.D. and Sundae M.L. 1982 *J. Econ. Ent.* 75: 848-852.
- DeFoliart, G.R. 1989. *Ent. Soc. of Amer.* 35: 22-35.
- Dufour, P.A. 1981. Insects: a Nutritional Alternative. Department of Medical and Public Affairs. The George Washington University Medical Center D.C. p. 3-56.
- Hoffmann, W.E.C. 1947. Insects as human food. *Proc. Ent. Soc. Wash* 49, 223-237.
- Lapp, C. and Rohmer, J. 1937. Composition et valeur alimentaire di cricket pelerin. *Bull. Soc. Chim. Biol. Paris* 19, 413-416.
- MacHargue, J.S. 1917. A study of the proteins of certain insects with reference to their value as food for poultry, *J. Agric. Res.* 19, 633-637.
- Massieu, G., Guzmán, J., Cravioto, R.O. y Calvo de la Torre, J. 1951. Nutritive value of some primitive mexican foods, *J. Amer. Diet. Assoc.* 27, 212-214.
- Malaisse, F. Parent, G. 1980. Les chenilles comestibles du Shaba Meridional. *Le Naturalist Belge* 61, 2-24.
- Meyer, Rochow V.B. 1995. Uses of Insects as human food in Papua New Guinea, Australia and North-East India: cross cultural considerations and cautions conclusions, *Int. Symp. Biodiversity in Agriculture for a Sustainable Future.*
- Pino, J.M. 1978. Tesis (Biología) Fac. de Ciencias UNAM, México 61 p.
- Ramos-Elorduy J. y Bourges H. R. 1977. Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo. *An. Inst. de Biol. Univ. Nat. Autón. Méx. Ser. Zool.* 48, 165-186.
- Ramos-Elorduy J. y J.M. Pino M. 1979. Insectos comestibles del Valle del Mezquital y su valor nutritivo. *An. Inst. de Biol. Univ. Nat. Autón. Méx. Ser. Zool.* 50, 564-574.
- Ramos-Elorduy J. 1982. Los Insectos como una fuente de proteínas en el futuro. Ed. Limusa México 2a. Ed. 145 p.

- Ramos-Elorduy J., Pino, J.M., Márquez, C., Rincón, F. M. Alvarado, M. y Escamilla, E. P. 1984. Protein content of some edible insects in Mexico *J. of Ethnobiol.* 4, 61-72.
- Ramos-Elorduy J., J. Morales de L., J.M. Pino M. y Z. Nieto. 1988. Contenido de tiamina, riboflavina y niacina en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Tecn. Alim.* 23, 21.
- Ramos-Elorduy J. y Pino, J.M. 1982b. Valor nutritivo y calidad de proteínas de algunos insectos comestibles de México. *Fol. Ent. Mex.* 53: 111-118.
- Metcalf, C.L., W.P. Flint 1978. Insectos destructivos e insectos tiles sus costumbres y su Control. Ed. C.E.C.S.A. México, 1208 p.
- Huchzermeyer, F.W. 1975. Free ranging poultry as a method of utilization of insect protein *The Rhodesian Science News* 9, : 207.
- Reyes, C.G. 1976. Empleo de insectos como complemento alimenticio para bagre (*Ictalurus punctatus*) *Rev. Agronomía México* 168: 26-31
- Taylor, R.L. 1975. Butterflies in my stomach or insects in human nutritions Woodbridge Press Publishing Co. California USA 224 p.
- Ruddle, K. 1973. The human use of insects. *Biotropica* 5, 94-102.
- Skinner, A. 1910. The use of insects and other invertebrates as food by north americans indians. *J. New York Ent. Soc.* 18, 264-267.
- Santos-Oliveira, J.F. 1975. The nutritional value of four species of insects consumed in Angola. *J. Ecol. Food and Nutrition* 5, 91-92.
- Dreyer, J.J. 1989. On the nutritive value of mopanie worms, *South African J. Science* 78: 33-35.
- Kodonki, K.K. 1987. Interet nutritionnel de chenilles D'attacides du Zaire. Composition et valeur nutritionnelle. *Cah. Nutr. Diet.* XXII, 473-477.
- Malaisse, F. 1995. The place of insects in traditional food in Zaire: biodiversity and sustainable management, Abstracts Int. Symp. Biodiversity in Agriculture for a Sustainable Future Beijing China, p. 22.
- Kodonki, K.K. 1984. Contribution a l'étude de la composition d'un aliment du Zaire quatre varietes de chenilles comestibles. Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI). Memoire de D.E.A. de Nutrition, Lab. de Biochimie, Faculte de Pharmacie de Chatenay Malabry. 42 p.
- Scott, M.L. 1986. Nutrition of Human and Selected Animal Species. Wiley Interscience p. 537.