USO

14
LA ETNOENTOMOLOGÍA EN LA ALIMENTACIÓN, LA MEDICINA Y EL RECICLAJE

Julieta Ramos-Elorduy Blásquez[1]

ABSTRACT. The use in human and animal nutrition and traditional medicine of insect species in Mexico and other parts of the world is reported. The study was undertaken in cities, towns, and little settlements of central, southern, and southeastern Mexico. In the country, 505 edible and 104 medicinal insect species have been recorded; in the world, 1681 edible and 386 medicinal species are known. They include grasshopers, bugs, beetles, butterflies, moths, flies, ants, bees, bumblebees, wasps, dobsonflies, damsenflies, dragonflies, and others belonging to 14 insect orders (Thysanura, Anoplura, Ephemeroptera, Odonata, Orthoptera, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Megaloptera, Trichoptera, Diptera, and Hymenoptera). Their geographic distribution, seasonality, ecosystems and vegetation where they are found are given for some species. Their consumption degree was estimated in 36 Mexican ethnic groups. Commercialization at national (95 species) and international levels is scarce. Nutritional value of edible insects is based on their proteins, aminoacids, fats, minerals, and vitamins. Medicinal insects are used to alleviate 652 diseases. Several studies have been done to feed poultry, ostriches, pigs, and fishes with different percentage of insects, which led to postulate that they are similar or even better. It is concluded that the entomological diversity is not only important at the biological level, but also for human survival.

INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen el grupo de animales terrestres mayormente representados en el planeta. Su existencia data de 350 millones años atrás y los encontramos en todos los ecosistemas terrestres y dulceacuícolas, dominando desde el punto de vista numérico y de su biomasa. Se ha estudiado su adaptación a los fenómenos ocurridos en el planeta, con o sin la intervención del hombre, y se trata de los organismos que resisten mejor los efectos de las diversas radiaciones, incluyendo la atómica. Estos animales han elaborado compuestos múltiples para evitar ser destruidos por otros organismos. Nuestra convivencia cotidiana con ellos nos hace sorprendernos de su gran adaptabilidad y de la diversidad de vías que han utilizado para poder explotar los diferentes recursos. No obstante, nuestra atención principal se ha enfocado a su destrucción, desaparición o al menos control. Esto, ¿no será por rivalidad? ¿Quién domina el planeta?

A pesar de su importancia en el equilibrio del planeta, pues contribuyen a la preservación de los ecosistemas como consumidores primarios e integrantes de multitud de cadenas tróficas, y saber que nos otorgan beneficios variados (*v.gr.* alimento, ropa, comida, medicina, destrucción de compuestos orgánicos, entre otros aspectos), los insectos no han recibido la atención requerida desde el punto de vista de la concepción de la etnoentomología. Por ello, es necesario volver la vista atrás, para conocer su papel en las civilizaciones antiguas. El conocimiento del papel que desempeñaban y que aún desempeñan solo ha merecido atención escasa por los científicos, ahora dedicados al 'progreso tecnológico' y a la instrumentación de un sinnúmero de técnicas, de industrias para exterminarlos de una manera u otra, lo cual a menudo ha agravado la contaminación y ha propiciado la extinción de muchas especies de insectos benéficos, afectando ecosistemas terrestres y acuáticos.

[1] Instituto de Biología, UNAM, Apartado Postal 70-153, 04510 México, D.F., México.

La etnobiología podría darnos muchas respuestas para contribuir a la supervivencia del ser humano en el planeta, a pesar de que algunos piensan que solo es la nueva tecnología y la vida 'sintética' (en alimentos, bebidas y medicinas) lo que nos lo permitirá. Es preciso conocer con profundidad cómo fue que la humanidad en milenios anteriores manejaba el ambiente y explotaba la naturaleza de una manera equilibrada y racional. En modo alguno esto significa que todo lo contemporáneo sea deleznable o deba ser desechado, sino que se necesita de un sinergismo de modelos, de usos, de formas de explotación o extracción, de conceptos, de cuidados, de un sinnúmero de pequeños detalles, los cuales en apariencia no son significativos, pero que marcan las pautas de la supervivencia y del desarrollo colectivo de muchos grupos étnicos que forman nuestra identidad. Tales grupos muestran no solo el conocimiento y el manejo de los recursos naturales, sino su entorno espiritual: psicológico, místico, conceptual, que forman parte de su cultura, de su vida, de sus mitos, ritos y leyendas, de sus creencias, principios y valores; los que a menudo desdeñamos, pero que formaron una de las bases de la civilización actual y la sustentabilidad de sus recursos.

Así pues, considero que es trascendente el conocimiento de los diferentes aspectos que, en el quehacer entomológico, tuvieron diversos grupos étnicos. Ello nos permitirá alcanzar una idea más certera de su identidad y del aprovechamiento que ellos hacían de los insectos.

Pese a que el estudio etnoentomológico se ha dejado de lado, considerando que su importancia no revestía más que el bordado de un vestido viejo o el legado de conocimientos de 'indios' (gente devaluada, menospreciada y explotada), no debemos olvidar que ellos sí han logrado la sustentabilidad de sus recursos, preservando sus hábitos y costumbres, sin imitar los que están de moda, y continuar en lo profundo de su ser con las creencias y principios que los sostuvieron y constituyeron su sistema de ética y de vida. Por eso ahora nos abocamos al estudio etnoentomológico, para lograr su rescate, mantener su integridad y valorar su importancia. La aculturación avanza a pasos inusitados: día a día se pierden valores, mitos y ritos, tradiciones, hábitos y costumbres, en una palabra, está en peligro parte de nuestra identidad y, con ello, nuestra idiosincrasia, provocando la uniformidad en la forma de vida. La globalización nos acorrala como un pulpo, nos engulle y nos obliga a ver como ridículo todo lo antiguo de nuestra cosmovisión, liquidando las raíces y el papel espiritual que muchos recursos tienen. Para ellos son indivisibles los aspectos humanísticos y biológicos, ya que ellos tiene una visión holística, integral, total. Esto también tiene que ver con la forma 'occidentalizada' de uso de la naturaleza, donde el ser humano se ve separado de la misma y ésta se encuentra ahí para explotarla (Toledo, 1995).

En la actualidad existe mayor polarización entre las naciones y entre los individuos, entre nuestras costumbres y relaciones, no solo entre los seres humanos, sino entre éstos y la naturaleza, y todo ¿para qué? ¿El llamado 'progreso' ha preservado la vida en el planeta? ¿Ha hecho que los ecosistemas sean sustentables? ¿Ha traído mayor bienestar interno y externo para los individuos? Ahora como nunca la gente tiene mayor desasosiego, incertidumbre, angustia y desesperanza. ¿No es curioso que cotidianamente ingiramos compuestos no biodegradables, que provocan cambios en nuestro organismo por el almacenamiento que de muchos de ellos tenemos? Esto impide el buen funcionamiento de nuestro cuerpo. No es raro oír que 'actualmente sin la tecnología de alimentos no podríamos vivir'. Hay que responder a esta gente, sí, ¿pero de qué manera? ¿Cuál es el precio? Porque si todo ello sigue al paso que va, en poco tiempo empezaremos a sufrir consecuencias severas de este afán progresista, en donde las tecnologías indígenas, aunque más sustentables, no pueden competir con las occidentales altamente mecanizadas.

Muchos autores de diversas áreas del conocimiento han soslayado el papel de los insectos, quizá por no entrar dentro de su entendimiento y también probablemente por el grado de dificultad que ello implica, debido a su enorme diversidad y su tamaño, así como a la gran variación que tienen según el lugar de que se trate. De manera que tan solo han atendido a aquellas especies que se tornan muy conspicuas debido a la dimensión de sus poblaciones (las que en general corresponden actualmente a las plagas), sin estudiar su importancia nutricional, medicinal, social y económica. Por ello, es necesario enfatizar los estudios etnobioló-

gicos, pues la etnobiología "se ocupa de establecer las interrelaciones funcionales entre las sociedades humanas y el mundo de los recursos bióticos". Esta disciplina está enmarcada dentro del desarrollo histórico de las diversas culturas en el ámbito del área geográfica del asentamiento y, por ello, es un conocimiento tradicional, cultural e histórico.

En el caso de la etnoentomología, las interrelaciones serían con el mundo de los insectos (Gabdin, 1973). Hogue (1987) la definió como "todas las formas de interacción entre los insectos y el hombre, especialmente sociedades humanas primitivas y no industrializadas". En ella se involucran áreas diversas, como la alimentación, la medicina, la historia, la antropología, la lingüística, la agricultura, la sociología, la teología, la taxonomía, la etología, la psicología, la mística, la artesanía, la literatura, la pintura, la escultura e inclusive el cine, entre otros. En todo esto están involucradas cuestiones de carácter pragmático y dogmático, que dependen del tipo de valores que prevalezcan en cada cultura, así como la estructura de su cosmovisión.

En el Instituto de Biología de la UNAM, hace 25 años emprendí la línea de investigación "Los insectos comestibles como una fuente de proteínas en el futuro", en donde me aboqué al estudio de ello en México, por medio del trabajo de campo y, en el mundo, por medio del trabajo bibliográfico. Tal inquietud y curiosidad se debieron a la repercusión que una mala alimentación tiene y ha tenido a lo largo de los siglos en los individuos. Mi interés está en el desarrollo y mejoramiento de un país como el nuestro, el cual en general está clasificado en su mayor parte como mala o muy mala alimentación, donde la ingestión de proteínas y calorías es insuficiente para alcanzar una 'buena nutrición', con las consecuencias aunadas a ello, como son el letargo, la apatía y la falta de toda ambición. Incluso los latinoamericanos hemos sido calificados por Dumont (1963) como los "peones perfectos", porque no pensamos y podemos realizar trabajos duros sin afectar el corazón, ya que no acumulamos grasas, y ello ¿en qué se podría traducir? ¿Será que somos totalmente dependientes, controlables y manipulables? Y con el llamado 'progreso', llegará a un grado tal que Huxley, con su *Mundo Feliz*, se quedaría corto. Morgan (1996) asevera que "la pobreza es la forma moderna de esclavitud".

Si analizamos esta situación estadísticamente, vemos que un porcentaje significativo de la humanidad padece hambre y otro tanto de la misma dimensión está desnutrido o malnutrido, lo que se relaciona con las curvas de explosión demográfica (Fig. 14.1). Si analizamos estas curvas, vemos una explosión demográfica, pues la población se ha incrementado exponencialmente, justo lo contrario a la disponibilidad de proteínas (en especial la proteína animal, que es un alimento insustituible), la cual va en sentido opuesto a la primera, y por último la del nivel de vida, que ha tenido una caída vertiginosa para la mayor parte de la población del planeta (Ramos-Elorduy, 1982). En 1999, la FAO registró 815 millones de personas subnutridas en el mundo, de ellas 777 millones pertenecen a los países subdesarrollados, o sea el 95.34%; solo 27 millones (3.31%) a países en desarrollo, y 11 millones (1.36%) a países industrializados y superiores económicamente en la actualidad (FAO, 2002). La OMS (2003) declaró que el 3% de los niños del mundo está afectado por desnutrición severa, con una deficiencia extrema que llega a ser del tercer grado, que un 25% de ellos padece desnutrición moderada (de segundo grado) y que un 40-45% tiene una desnutrición de primer grado. Gillis *et al.* (1992) indicaron que ello contribuye con más del 50% de las muertes infantiles de menores de cinco años de edad en países de bajos ingresos. Estos datos nos revelan una realidad alarmante, ya que solo de un 28 a un 33% de la población de países subdesarrollados se encuentra bien alimentado, o sea menos de la tercera parte. Dumont (1963) aseveró "la mejor forma de esclavizar a un pueblo es tenerlo mal alimentado".

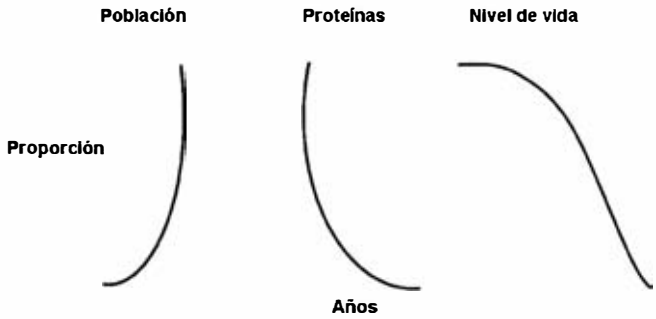

Fig. 14.1. Curvas del comportamiento de diversos parámetros en el futuro.

La desnutrición en nuestro país es notable. El 30% de la población infantil (menos de cinco años) la padece, en tanto que el 50% se encuentra en desnutrición grave. Además, la incidencia del bajo peso en los estados del sur (Guerrero, Oaxaca y Chiapas) es 2.2 veces mayor que en los estados del norte y centro. El 77% de las personas en México posee un alto grado de desnutrición y pobreza, y éstas se encuentran principalmente en el área rural. En el 2002, la UNICEF declaró que en México, hasta 1996, el 12% de los niños nacía con bajo peso y padecía desnutrición (aguda, moderada o severa), que el 14% de los infantes menores de cinco años igualmente la tenían, y que el 22% de los niños presentaba desnutrición crónica. Según el INEGI (1999), el 17.7%, o sea dos millones de un total de 11,428,000 sufre desnutrición crónica, casi el 50% de la población infantil, indicada de la misma manera por la baja estatura con respecto a su edad. Un 7.5%, es decir, alrededor de 850,000 niños, padecen desnutrición moderada al analizarlos por peso alcanzado. Los preescolares severos, frecuentemente identificados con los niños africanos, representan el 2% de la población infantil mexicana (Noticiero UNIVISIÓN, 2002). La Universidad Obrera de México (2002) ha realizado estudios concernientes a la capacidad adquisitiva de la gente en cuanto a sus necesidades de nutrición, analizando el costo de los alimentos comparado con el o los salarios mínimos con que cuenten. Esta universidad comprobó que el acceso a los alimentos no es debido a la falta de educación nutricional o desabasto, sino simplemente a la pobreza real; demostró que la importación de alimentos se ha incrementado, y aunque ahora las familias destinan la mayor parte de sus ingresos para adquirirlos, su consumo ha disminuido.

El INEGI (1999) señaló que el porcentaje del dinero destinado a la alimentación varió de 34.5% (1994) a 35.8% (1996) y se redujo el gasto destinado a la educación de un 14.7% y 6.8% al 13.8% y 5.7% en los años señalados. Durante ese mismo tiempo, en las áreas rurales se ve que esto es más acentuado, ya que las familias dedican hasta el 44.2% de sus ingresos en alimentación. También publicó que con el salario con que mucha gente cuenta en las ciudades, éste no es suficiente para mantener una alimentación equilibrada de la familia (cinco personas), en donde se registra un déficit de 8662 Kcal y 274 g de proteínas. Al analizar esta situación, nos damos cuenta que de las 2172 Kcal requeridas por cada individuo de esa familia, solo se cubren 440 Kcal. Con la ingestión de proteínas sucede lo mismo, de los 548 g necesarios, según las recomendaciones de diversos organismos, solo se consumen 140, lo que significa que solo se cubre una cuarta parte de los requerimientos señalados.

PAPEL TRASCENDENTE DE LOS INSECTOS

Los insectos han jugado un papel trascendente en las sociedades primitivas, preindustriales e industriales. La entomofagia data de la época de Aristóteles y llega hasta nuestros días (Ramos-Elorduy, 2000a). En el mundo existen registros diversos del consumo de insectos: Grecia, Roma, Alejandría, Asiria, Alemania, Italia, India, Rusia, África, Suecia, Arabia, toda Asia, Moldavia, Polonia, Francia, Indochina, Tailandia, Zaire, Sudáfrica, Australia, Estados Unidos, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Congo, República Central Africana, Botswana, Nigeria, Marruecos, Tánger, Egipto, Guinea Portuguesa, Benin, Kinshasa, Mozambique, Tanzania, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Ecuador, Panamá, Honduras, Guatemala, Costa Rica, San Salvador, Paraguay, Bolivia, Guyanas, China y otros. Igualmente se los menciona en libros sagrados como la Biblia y el Corán, y en libros especializados que citan insectos comestibles en diversas partes del mundo (Bergier, 1941; Ramos-Elorduy, 1974, 1982, 1998, 2000b; Taylor, 1975; Posey, 1978, 1993; Lenko & Papavero, 1979; Mitsuhashi, 1980,1997a, b; Sutton, 1988; Arana, 1991, 2003; Ramos-Elorduy & Conconi, 1993, 1994; Malaisse, 1997; Ramos-Elorduy, Pino & Cuevas, 1998; Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002; Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003, entre otros).

El tipo de vida de la gente asentada en las áreas rurales, generalmente con una economía natural o de subsistencia, unido a la necesidad imperiosa de buscar alimento para su supervivencia, incrementó su observación intuitiva y el análisis empírico que de la naturaleza hacían, lo que dio una continuidad a la explotación del recurso, haciéndolo sustentable; esto se ha probado en México para algunas especies (96) por al menos 500 años. Forzosamente, esto conlleva un buen conocimien-

to y manejo de ellas, haciendo una selección sobre aquellos recursos que fueren más abundantes y fáciles de obtener. Los insectos son tan abundantes que, por ejemplo, podríamos decir que una de cada cuatro especies animales vivientes en el planeta es un escarabajo (Ratcliffe, 1990).

Dada la importancia del problema de la alimentación, deseábamos saber de qué manera los insectos contribuyen en la alimentación, no solo de los mexicanos, sino del mundo en general. Así registramos las especies de insectos comestibles que la gente de diferentes áreas rurales del país, pero principalmente del centro, sur y sureste de la República Mexicana, utilizan como alimento.

Los insectos afectan la vida espiritual de muchas etnias, teniendo significados varios y representado deidades (tótems, estatuas o pinturas) o simplemente por el fin utilitario con que se los asocia. En el sistema de creencias de muchos pueblos es interesante ver cómo intervienen, mostrando papeles positivos y negativos, ¿por qué? Sin duda porque al constituir la mayor biomasa del planeta, el hombre no iba a dejar de aprovecharlos, observarlos, mencionarlos y reverenciarlos, ya que como en psicología se dice "lo que más anhelamos es lo que se ve cotidianamente". Así, muchas especies se vuelven modelos de comportamiento, laboriosidad, orden, limpieza, belleza, colaboración, armonía, ferocidad, astucia y organización, usándose como modelos para artesanías, arte, poesía, pintura, escultura o como elementos de ornato y en la diversión y el esparcimiento, como en China y Tailandia (Ramos-Elorduy, 2000b). Actualmente, es común verlos como modelos biocibernéticos e incluso en estudios realizados en Inglaterra sobre cómo sería la vida en otros planetas de acuerdo con las condiciones mostradas por el telescopio Hubble. Se toma en cuenta cómo se modificaría su forma, estructura, tamaño y tipo de vida (Discovery Channel 2002, Programa Nuevas Vidas).

Los insectos constituyen un medio de identidad entre diferentes etnias y grupos de emigrados (Ramos-Elorduy, 1996a). Ellos tienen significados místicos, mágicos y religiosos, además de usos medicinales y alimenticios, y como modelos (Apéndice 14.2). Los mitos son producto de una relación profunda e íntima de la gente con la Tierra, por lo que son parte de sí mismos. Los ritos son ceremonias sagradas que expresan el sentir divino, que se aloja en lo profundo de cada individuo, surgiendo valores, hábitos, normas y tradiciones que constituyen parte de su sistema de creencias. A menudo hay leyendas o tradiciones que están en la conciencia colectiva y que oralmente fueron contadas por los abuelos en donde un insecto ha permanecido involucrado, tales casos abundan, por ejemplo en el Popol Vuh (Recinos, 1947).

Algunos insectos comestibles también constituían tributos para los emperadores aztecas, como los escamoles, el gusano de maguey y ciertas mariposas (Durán, 1867). Si el tótem no era ingerido, existía el peligro de que este insecto no existiera en número suficiente para ser utilizado como fuente de alimento, como las 'witchey grubs', las 'honey pots' u hormigas mieleras, y la mariposa 'bugong' (Spencer, 1914; Campbell, 1926; Flood, 1980). No siempre los utilizaron como alimento, sino tan solo hacen referencia al insecto o a algún suceso referente a él, a algún apodo dado en la lengua de esa localidad; la toponimia quizás no nos indica nada a nosotros, pero en sus lenguas nativas tiene un significado particular del lugar. Lo mismo ocurre con alguna festividad en donde los insectos son personajes importantes, y que por lo común no conocemos por el significado que tienen en su cosmogonía. Y aún más aquellos de uso medicinal y aquellos con propiedades singulares, como los insectos usados como afrodisíacos, que tienen un lugar predominante entre los hombres de varias culturas. De las asociaciones hasta ahora registradas, el 89% es positivo. Con ello notamos el valor que las culturas antiguas les otorgaban como animales sagrados a escarabajos, mariposas, chinches, abejas, avispas, abejorros, libélulas, chapulines, grillos, moscas, y otros.

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES DE LOS INSECTOS

¿Qué características han hecho de los insectos un grupo tan exitoso, y con ello 'aprovechable' por los seres humanos?:

1. Su tiempo de permanencia en la Tierra.
2. El 90% del reino Animal son invertebrados.
3. El 80% de éstos son insectos.
4. Presentan la mayor diversidad en el medio terrestre y en el dulceacuícola.

5. Grado reproductivo elevado.
6. Gran adaptabilidad.
7. Creación de vías bioquímicas para neutralizar venenos.
8. Fácil capacidad de mutación y readaptación.
9. Amplia territorialidad.
10. Colonizan diversos hábitats, en muchas especies los estados inmaduros se encuentran en un medio y los adultos en otro.
11. En general tienen poblaciones muy abundantes.
12. Generan una diapausa cuando las condiciones ecológicas son adversas.
13. Necesitan poco alimento.
14. Localización en todos los ámbitos de la Tierra, principalmente en áreas tropicales y subtropicales.
15. Se los encuentra en el suelo, hierbas, arbustos, árboles, madera, desechos, hojarasca, minas de sal, charcos de petróleo, y muchos otros.
16. Su germoplasma, si bien ha sido afectado, se conserva en su mayor parte.
17. Dominancia en el planeta.

Muchos taxones provienen del Carbonífero, de suerte que vieron nacer otros grupos animales y vegetales en el planeta, incluyendo al hombre; han vivido en las diversas eras de la Tierra y se han adaptado a los varios e importantes fenómenos biológicos, geográficos, geológicos y ecológicos que han ocurrido, e incluso podemos decir que se han 'adaptado' a la encarnizada lucha que el hombre ha efectuado para destruirlos. Todos conocemos este terrible combate y sus consecuencias negativas para el hombre (contaminación ambiental, variedades resistentes, mayores dosificaciones, sinergismo con varios compuestos y concentraciones de substancias biocidas) en donde los insectos han resultado victoriosos.

FORMA DE OBTENCIÓN DE LOS INSECTOS COMESTIBLES

Recolecta. La forma de recolección de insectos comestibles varía dependiendo de si se localizan en el agua o en la tierra; si se busca el estado inmaduro o el adulto; si éste vuela, corre o brinca; de la amplitud de su nicho ecológico; de la densidad de sus poblaciones; y del gusto por su ingestión y de la demanda que tengan para el mercado. Además, hay que considerar si se van a utilizar para ingestión inmediata o si se van a almacenar, si se van a preparar o si se van a vender al mayoreo o menudeo (vivos, secos, frescos o ya preparados).

Recolecta manual. Ésta es la forma más común de recolectar insectos comestibles. Generalmente se emplea con los que van a ser utilizados para ingestión inmediata, debido a que las cantidades recolectadas de esta forma son pequeñas, se puede decir que solo es para una porción personal y/o familiar y no pasa de 250 a 500 g, colocándolos la mayoría de las veces en una bolsa de plástico o en el interior de un recipiente de barro. Tal es el caso de los chapulines, chinches, cigarras, cóccidos o del periquito de aguacate, así como de algunos escarabajos adultos o incluso de los piojos, los cuales se ingieren al instante, o de larvas de mariposa que se encuentran en la superficie de la planta o del tronco, al igual que los 'gusanos de los palos'.

Recolecta con instrumentos. Cuando los organismos se encuentran bajo tierra se utilizan palas, barretas y/o picos, con objeto de removerla y quitar las piedras o partir la roca, como es en el caso de la recolecta de escamoles, hormiga mielera, o de las hormigas chicatanas, así como de la avispa de tierra y abejorros. Cuando los insectos se encuentran dentro de troncos en diferente estado de deterioro, se utilizan hachas, machetes y/o cuchillos, con objeto de exponer a los organismos, los cuales son tomados manualmente o ayudándose con el cuchillo. Tal es el caso de los llamados 'gusanos de los palos', que corresponden a diversas especies de escarabajos que se consumen mayormente en estado larvario, o del 'gusanillo', una larva de mariposa barrenadora de troncos.

En el caso de la recolecta de panales de avispa, se utilizan 'garrochas' o sea palos muy largos y delgados, u otros como los adaptados para cortar la fruta. En este caso, se presiona la punta de éstos contra la base del panal, con objeto de separarlo del substrato y poderlo tirar, en el momento en que éste cae al suelo, los adultos de las avispas huyen y después de un rato, se espera a que ya no haya más adultos que puedan sacarlos, se recoge el panal con la miel y con la cría y se transporta a casa para prepararlo.

Muchas especies de insectos se recolectan con redes de diferentes tamaños, formas y material,

con las cuales se capturan grandes cantidades de ellos, ya sean del medio terrestre o acuáticos; así vemos que las más durables y efectivas son aquellas hechas de malla de plástico de 2 mm de diámetro; éstas van unidas a un bastón de madera de diversa longitud. Con ella se capturan chapulines, mariposas, avispas, chinches, en cuantiosa proporción en el medio terrestre, o bien de insectos acuáticos, como el axayácatl, los cucarachones de agua, los escarabajos acuáticos, los efemerópteros o moscas de mayo, o también ciertas larvas de tricópteros.

En los valles centrales de Oaxaca, durante la temporada de lluvias se puede capturar 150 kg de chapulines por día/familia. En otras partes del mundo, por ejemplo en el norte de África, los touareg, en lugar de redes para recolectar chapulines, utilizan una sábana larga, cogida por varios hombres que van avanzando; en los extremos hay un hombre que lleva una palangana a la cual le pega con una cosa metálica para hacer ruido. Los chapulines van brincando sobre la sábana y cuando ya hay suficientes, rápidamente la cierran para formar un saco donde quedan atrapados (Bergier, 1941).

Cuando se trata de avispas subterráneas, abejorros o abejas con o sin aguijón, para evitar los peligrosos piquetes o mordidas, se aísla a los adultos. Esto consiste en hacer que humo de leña verde llegue a la entrada del nido y penetre, lo cual hace que éstos salgan huyendo; para ello es necesario que se fijen dónde hacer la fogata con relación a la dirección e intensidad del viento.

Cebos. En algunos casos, por ejemplo para recolectar grillos, que son nocturnos, se ponen cebos dentro de un agujero que se hace en el suelo cerca de la casa. Ahí se colocan restos de alimentos. Después de un tiempo se buscan y se sacan manualmente. También, si se quiere recolectar un panal, como el de la avispa zapatona, se pone sobre un palo largo un cebo, éstas se acercan a comérselo y luego el campesino las sigue y así localiza el panal.

Preservación. La preservación de los insectos comestibles generalmente se hace por secado, al sol o en el comal, guardándose después en bolsas de papel estraza, en bolsas de malla de plástico o incluso en costales de tela o de plástico. Después de recolectarlos se vierte el contenido de la red en una batea u otro recipiente, y se separan de éstos los restos de hojas o de otros organismos, a manera como los campesinos van separando los granos de los cereales de los tallos. Algunas especies de insectos, previo al secado, se dejan en ayuno durante un día, con objeto de eliminar el contenido del tubo digestivo (lo que puede hacer cambiar su sabor), como por ejemplo los chapulines. Luego se pone a hervir agua con sal; ya hirviendo, se los vierte en ella, una vez que han virado al color rojo, los sacan y los ponen en el comal a secar, o al sol; una vez secos, los guardan y almacenan para autoconsumo o venta.

En el caso de los xamúes, axayácatl, escarabajos, periquitos y otros, únicamente los secan en el comal y los almacenan. En el caso de la cuecla, el mantecoso, las larvas de la mariposa del muerto y otros, los preservan en salmuera. Para ello ponen a hervir agua saturada de sal, ahí vierten a los organismos y, una vez que el agua casi se ha evaporado, se sacan y se secan en el comal, siendo así preservados y almacenados.

Preparación. La gran mayoría de los insectos se consumen asados, en el comal, agregándoles sal y/o salsa de chile y, al enrollarlos en tortilla, se hacen tacos. Muy pocas especies se comen vivas, como es el caso de algunas especies de jumiles o la hormiga mielera.

Los insectos comestibles también constituyen parte de platillos tradicionales como los tlacoyos rellenos de gusano rojo, las quesadillas rellenas de gusanos de los palos o del gusano blanco de maguey o de los gusanos del nopal, los tamales rellenos de chicatanas, axayácatl o de padrecitos, los sopes condimentados con gusano blanco de maguey, coxas, chiquereis o gusano elotero, en cuyo caso se incorporan los insectos asados, fritos y/o guisados con yerbas de olor.

También se adicionan a diversos moles (escamoles, gusano de nopal, xamúes), a salsas con o sin picante (botija, chicatanas, jumiles) o bien se mezclan con cebolla, ajo, perejil y/o pápalo (gusano blanco, escamoles, gusanos de los palos) y/o revueltos con huevo (escamoles, chicatanas, abejas y avispas), en mixiote (gusano blanco y escamoles), o simplemente agregándolos en la sopa de arroz (xamúes, jumiles) o en la sopa aguada

(coxas, xochiquetzal). O bien únicamente se ofrecen como botanas para los invitados especiales que se desea halagar (chapulines, chicatanas, cuecla).

En la actualidad, muchas especies de insectos comestibles forman parte de la carta de restaurantes de gran prestigio de la capital (Dos Puertas, Prendes, Mesón del Caballo Bayo, Hacienda de los Morales, Grupo Loredo, El Comal y la Olla, Fonda Don Chon, Fonda Santa Clara, Los Girasoles, San Jerónimo, Restaurante de Comida Prehispánica, y muchos más, o de otras ciudades del Mundo (Amberes, Nueva York, Houston, San Francisco, Tokio, París, Bangkok y otras), constituyéndose así en platillos de 'gourmets', debido a su delicado y apreciado sabor y a su costo elevado. Algunos restaurantes ponen anuncios de los insectos que ofrecen en panfletos, periódicos, en el radio o en la televisión. Éstos se presentan formando parte de las entradas, como el queso fresco forrado con ahuahutle, o de entremeses, como pizzas de chapulines o de xamúes, de salsas como la salsa de jumil, o bien en ensaladas de verduras supliendo al tocino, las cueclas partidas en trocitos, chapulines fritos, también en sopas aguadas o secas en donde se agregan trocitos asados de gusano amarillo, o en guisos mismos como los escamoles al ajillo, grillos al mojo de ajo, chapulines en chutney de mango, lomo de puerco con miel de la virgen y con sus larvas y pupas de abejas y/o de avispas, o incluso en postres como el flan de hormigas chicatanas o incluidos en gelatina y/o paleta de dulce. Además, nosotros hemos elaborado chapulines para botanas, palanquetas de gusano amarillo, trufas del mismo, galletas con jumiles o cuecla, en diferentes proporciones, y pastel de harina de chapulín.

En los Estados Unidos, para conmemorar el Centenario de la Sociedad Entomológica Americana, se ofreció un banquete de guisos de insectos, con 100 diferentes platillos (DeFoliart, 1990, 1993) y el *Newsweek* (Krajick, 1993) anunció a un chef de Nueva York que realiza 550 recetas diferentes con grillos. Además, en las tiendas se ofrecen paletas, dulces para niños, que llevan incluida una larva de insecto y un grillo, que la empresa americana 'Hotlix' ofrece y, actualmente, también en Londres la empresa inglesa 'Edible' la ofreció en la exposición internacional llamada 'Aztec', junto con gusano amarillo en forma de botana. El consumo de insectos comestibles supone desde un simple asado o incluso comerlos vivos, hasta un muy sofisticado guiso, propio de verdaderos gourmets.

BIODIVERSIDAD

De este tema se ha hablado mucho en varias reuniones internacionales, y en la realizada en Johannesburgo (Sudáfrica) se asentaron varios puntos entre los cuales explican que la globalización no dio los resultados esperados, los ecosistemas no se han preservado como se pensaba, los recursos se utilizan como si fueran inagotables, no habiendo un cuidado y menos una reglamentación en su uso de suerte que la depredación y deforestación continúan.

La sustentabilidad es un ideal y en verdad solo es mantenida por pocas etnias del planeta; 3/4 partes de la Tierra están superpobladas y muchas de sus tierras se están perdiendo por erosión, el 70% de los arrecifes de coral están en peligro, y así podemos seguir dando ejemplos. Además, existen 800 millones de personas malnutridas en el mundo, 1 600 000 seres que mueren por inanición, 3 millones que mueren por contaminación atmosférica y 3 millones más por agua contaminada, eso sin contar que la mayor parte de los seres humanos ganan menos de 2 dólares al día (World Bank, 2000). Se calcula que en el año 2025 existirán 10 000 millones de habitantes en este mundo, y que las luchas futuras serán entre los países que tengan agua y los que no la tengan, entonces, habría que preguntarse ¿qué significa biodiversidad? Y se podría recurrir a los diccionarios y ver lo que explican, pero para mí en realidad biodiversidad es sinónimo de la supervivencia del hombre en el planeta, por ello, el tratar de preservarla no es cuestión de papeles o de acuerdos, sino de saber si podremos seguir viviendo en este mundo, y en este caso la etnobiología en general, y la etnoentomología en particular, tienen un papel crucial.

Erosión del germoplasma. La depredación indiscriminada, la destrucción de los hábitats cada vez mayor, aunada a la disminución constante de la diversidad vegetal y animal, han provocado que, determinados habitantes de la tierra, sobre todo aquellos de la mayoría de las áreas rurales del mundo, cuenten cada vez con menos fuentes

de obtención de proteína animal, provista por animales de talla significativa, y son ellos los que más han recurrido y recurren actualmente a los insectos para su alimentación, como ya lo hemos señalado. Además existen diversos factores como:

1. Más tala de bosques para abrir tierras al cultivo, actualmente en México el problema tiene dimensiones aterradoras.
2. Más superficie agrícola para alimentos y también solo para monocultivos.
3. Más contaminación y menos cuidado del medio ambiente terrestre y acuático.
4. Más aspersión de sustancias biocidas.
5. Cambios de clima en el planeta y cambios de temporadas de las estaciones de secas y de lluvia.
6. Adquisición ilegal de los recursos genéticos del país.
7. Los recursos no son reconocidos, ni valorada la función de cada uno de los organismos en los ecosistemas.
8. Falta de actitudes responsables ante la explotación de un recurso.
9. Falta de interés por conocer el saber tradicional que la gente tiene de los recursos y/o la extraordinaria riqueza y diversidad cultural acerca de su manejo y sustentabilidad.
10. Es necesario crear conciencia acerca del valor de los recursos desde el comienzo de la vida de los infantes, con objeto de formar códigos de ética y respeto hacia éstos por las futuras generaciones.
11. Los suelos agrícolas han sido afectados por las máquinas que penetran más allá de la dimensión requerida en la tierra, lo que no hacía el arado usado por siglos, así como por la acción de los compuestos contenidos en herbicidas, insecticidas y fertilizantes que afectan el buen funcionamiento del suelo.

Hay que establecer nuevos paradigmas bioecológicos, ya que los recursos naturales actualmente tienen enorme valor económico, cultural y social en todo el mundo. También es preciso modificar la forma de intercambio de recursos y de los productos.

Preservación del germoplasma. La preservación de la diversidad de insectos es muy importante, ya que ellos son:

1. Consumidores primarios tanto del medio terrestre como el acuático.
2. Concentradores de substancias nutritivas y de principios activos.
3. Intervienen en gran número de cadenas alimenticias de diversos grupos animales.
4. Varios organismos tienen un papel crítico en el ecosistema.
5. Son recicladores importantes de múltiples desechos orgánicos, vegetales y animales de manera natural, y gracias a su acción el ciclo de la transformación de los elementos se efectúa de una manera rápida.
6. La gente rural que los utiliza tiene un conocimiento de los tiempos de explotación de cada especie insectil, el cual hay que difundir con objeto de impedir la reducción en las poblaciones o la extinción de las especies.
7. Ayudan a los seres humanos a tener alimento, ya que su papel como polinizadores de cultivos hortícolas y frutales incrementa la productividad.
8. El 90% del germoplasma de los recursos en general se encuentra entre los grupos étnicos del planeta (Posey, 1988), por lo que hay que tomar en cuenta su conocimiento ancestral en cualquier acción que se emprenda.
9. Sus excretas, provenientes de los cultivos de reciclaje que, de implementarse, se pueden utilizar como abono orgánico en los cultivos, evitando que los suelos se vuelvan flojos (Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002).

DIVERSIDAD DE INSECTOS COMESTIBLES DE MÉXICO

El número de insectos comestibles censado hasta la fecha es de 504 especies para México (Cuadro 14.1), las cuales han sido registradas mediante estudios de campo, entre diversas etnias del país; de éstas el 83% pertenece a insectos del ámbito terrestre y solo el 17% a ecosistemas acuáticos continentales. Asimismo, el 55.79% de ellas se consume en estado inmaduro (huevecillos, larvas, pupas, ninfas), y el 44.21% en estado adulto, pero algunas especies se consumen en cualquier estado de desarrollo.

En algunos estados de la República Mexicana, como Chiapas, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Puebla, Distrito Federal, Yucatán, Morelos y Michoacán, se comen muchos insectos (Ramos-Elorduy *et al.*, 1985, 1997;

Cuadro 14.1. Diversidad de los insectos comestibles registrados para México (2002).

Orden	Familias	Géneros	Especies
Anoplura	1	1	1
Ephemeroptera	3	3	4
Odonata	3	5	6
Orthoptera	5	42	78
Isoptera	1	1	1
Hemiptera	8	33	90
Homoptera	4	12	38
Neuroptera	1	1	1
Coleoptera	22	66	119
Trichoptera	3	3	5
Lepidoptera	16	31	45
Diptera	7	10	15
Hymenoptera	6	33	101

Ramos-Elorduy, Pino & Romero,1988; Ramos-Elorduy, Pino & Hernández, 1994; Ramos-Elorduy, Pino & Cuevas, 1998; Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002; Ramos-Elorduy, Ávila & Pino, 2003), los cuales fueron estudiados y registrados en diversos años, en las cuatro estaciones del año y a diferentes tiempos; pocas especies fueron registradas más esporádicamente, a menudo por razones logísticas.

En México se consumen 13 órdenes de la clase Insecta, tres netamente acuáticos y tres con familias presentes en aguas continentales; el mayor número de especies censadas corresponde al orden Coleoptera (119) y luego Hymenoptera (101), seguido por los órdenes Hemiptera (90), Orthoptera (78), Lepidoptera (45) y Homoptera (38), en el resto el número de especies varía de una a 15. En relación con el número de familias representadas (80) que están en cada uno de los órdenes, la mayor diversidad de ellas se muestra en los órdenes Coleoptera (22) y Lepidoptera (16), les siguen los Hemiptera con ocho familias, Diptera con siete, Hymenoptera con seis, Orthoptera con cinco, Homoptera con cuatro, y con tres familias registradas están los órdenes Ephemeroptera, Odonata y Trichoptera, y con una familia los órdenes Anoplura, Isoptera y Neuroptera. El número de géneros determinados asciende a 241, de los cuales el orden Coleoptera incluye el mayor número de ellos (66), luego Orthoptera con 42 géneros censados, siguen Hymenoptera y Hemiptera con el 40% de especies (33), y Lepidoptera con 31 géneros censados, posteriormente los órdenes Homoptera (12) y Diptera con 10 géneros, el resto de ellos comprende de uno a cinco géneros.

Al analizar los índices relativos de diversidad (Cuadro 14.2), efectuados de familias a especies y de géneros a especies, se reconoce que, en algunos órdenes, éstos permanecen iguales (Anoplura, Ephemeroptera, Isoptera y Neuroptera), pues son familias y géneros monoespecíficos. En el resto de los órdenes, éste varía de 1.66 a 20.2, correspondiendo este último al orden Hymenoptera, para el caso de familias a especies, y de 1.2 a 3.06 de géneros a especies, por ello este orden representa la mayor diversidad de insectos comestibles. En dicho cuadro también se muestra la posición de cada uno de los órdenes en ambos casos. En el apéndice 14.1 se da la lista de taxones de nivel familiar y genéricos de los órdenes de insectos comestibles de México.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE INSECTOS COMESTIBLES DE MÉXICO

Se han muestreado sistemáticamente las partes central, sur y sureste de la República Mexicana.

Cuadro 14.2. Índice de diversidad de los insectos comestibles en México. A: Índice relativo de diversidad entre familias y especies; B: posicionamiento; C: índice relativo de diversidad entre géneros y especies; D: posicionamiento.

Orden	A	B	C	D
Anoplura	1	10	1	11
Ephemeroptera	1.33	9	1.33	9
Odonata	2	7	1.20	10
Orthoptera	15.6	2	1.86	4
Isoptera	1	10	1	11
Hemiptera	12.86	3	2.73	3
Homoptera	7.6	4	3.17	2
Neuroptera	1	10	1	11
Coleoptera	7	5	1.80	5
Trichoptera	1.66	8	1.66	6
Lepidoptera	3	6	1.45	8
Diptera	3	6	1.50	7
Hymenoptera	20.2	1	3.06	1

Los chapulines (Fig. 14.2) se encuentran mayormente en el centro del país, y en el este y oeste también, que comprendería los estados de México, D.F., Hidalgo, Puebla, Morelos, Querétaro y Guerrero. También se consumen en el centro sur de Veracruz y en Oaxaca en su colindancia con este estado, siendo en estos últimos donde son más apreciados.

Los Hemiptera, en especial los conocidos como jumiles (Fig. 14.3), en su mayoría se localizan en la zona correspondiente del Eje Neovolcánico y el Nudo Mixteco, pero en distribución general abarca muchos otros lugares de casi todo el país. Los Homoptera (Fig. 14.4) son menos abundantes que los anteriores y se localizan igualmente en la parte central y sur del país. En el caso de los escarabajos (Fig. 14.5), se observa que las mayores densidades (el mayor número de especies registradas) se localizan en la parte centro este, correspondiente a los estados de México, D.F., Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz, así como otros en el Estado de Chiapas y Península de Yucatán. Las mariposas (Fig. 14.6), aunque en menor número, presentan una distribución semejante con la excepción del estado de Morelos, pero en cambio son más abundantes proporcionalmente en Oaxaca, además de registros en la Sierra Madre Occidental (Sonora, Durango y Zacatecas). Los Diptera (Fig. 14.7) por lo regular se localizan en la parte central-este del país. A los Hymenoptera Apidae, se los encuentra de modo uniforme distribuidos en las áreas estudiadas, en especial los Apini y Meliponini (Fig. 14.8); los abejorros (Bombini) presentan una distribución más esparcida, localizados principalmente en Hidalgo y Chiapas. Los Meliponini (Fig. 14.9) presentan mayor densidad en los estados de Yucatán, Chiapas, Oaxaca e Hidalgo. Las avispas (Vespidae) (Fig. 14.10) se localizan más homogéneamente distribuidas en todas las zonas estudiadas. Las hormigas (Formicidae) (Fig. 14.11) se notan en una mayor densidad en la parte central-este del país, aunque también se les localiza hacia el sur, en los estados limítrofes. En el caso de los Anoplura, Ephemeroptera, Odonata, Megaloptera y Trichoptera (Fig. 14.12), su distribución es azarosa, notando la mayor concentración de ellos en los estados de México, Hidalgo y D.F.

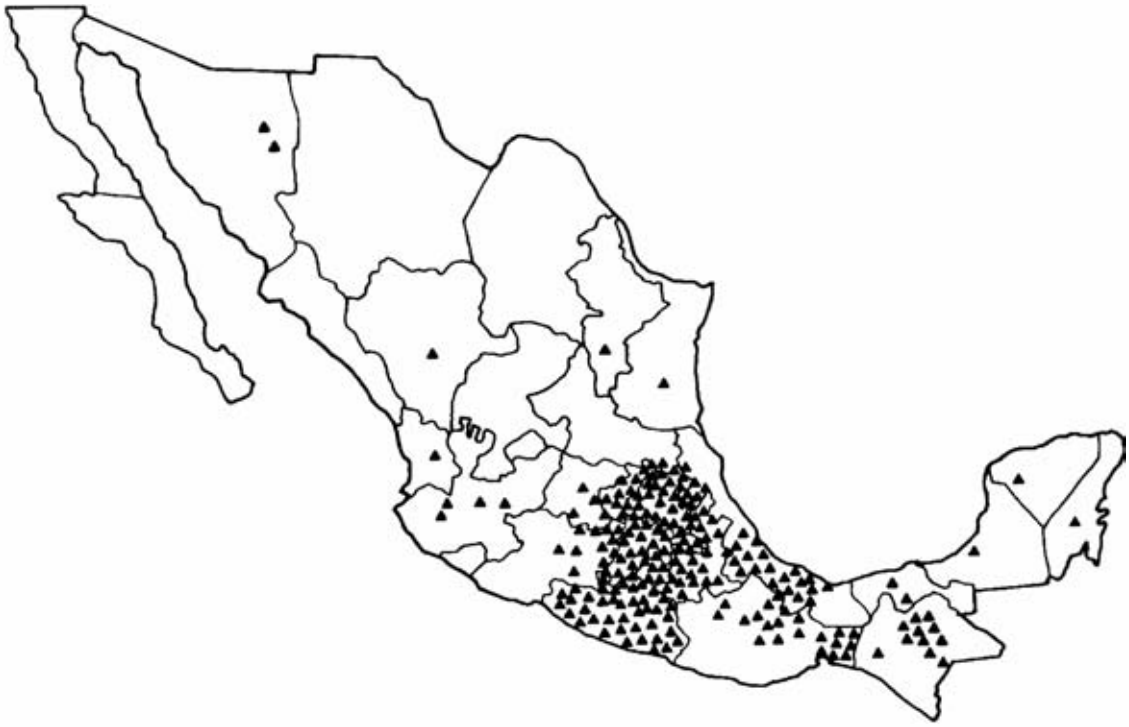

Fig. 14.2. Distribución geográfica de los Orthoptera comestibles en México.

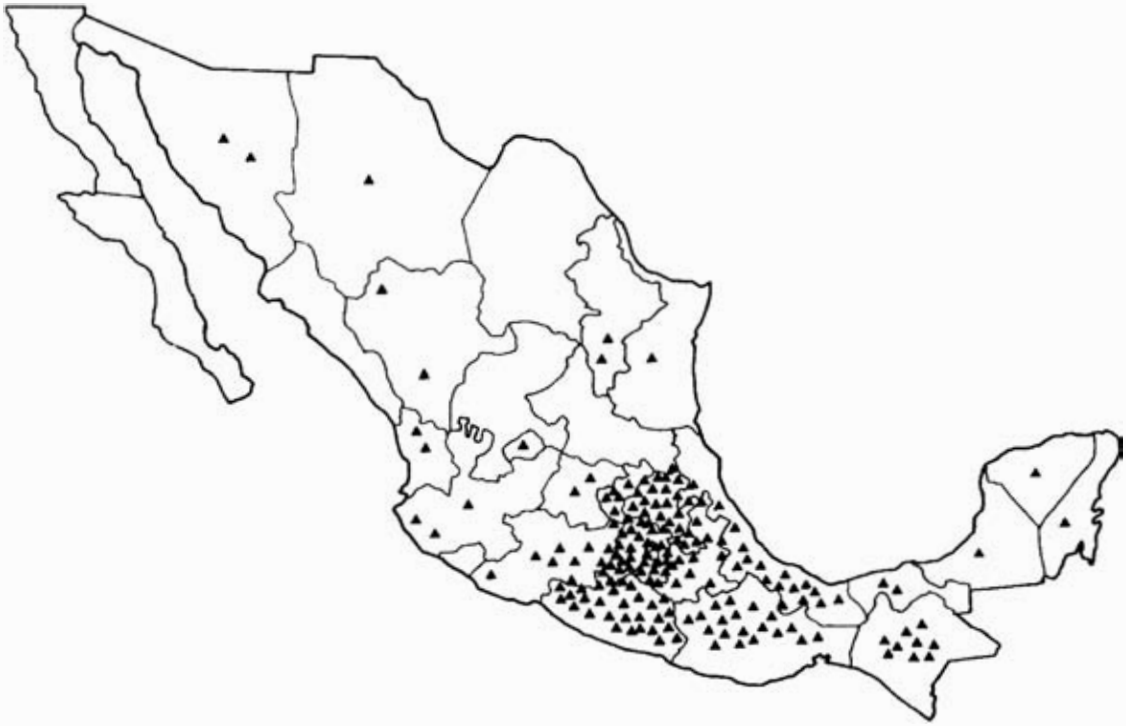

Fig. 14.3. Distribución geográfica de los Hemiptera comestibles en México.

Fig. 14.4. Distribución geográfica de los Homoptera comestibles en México.

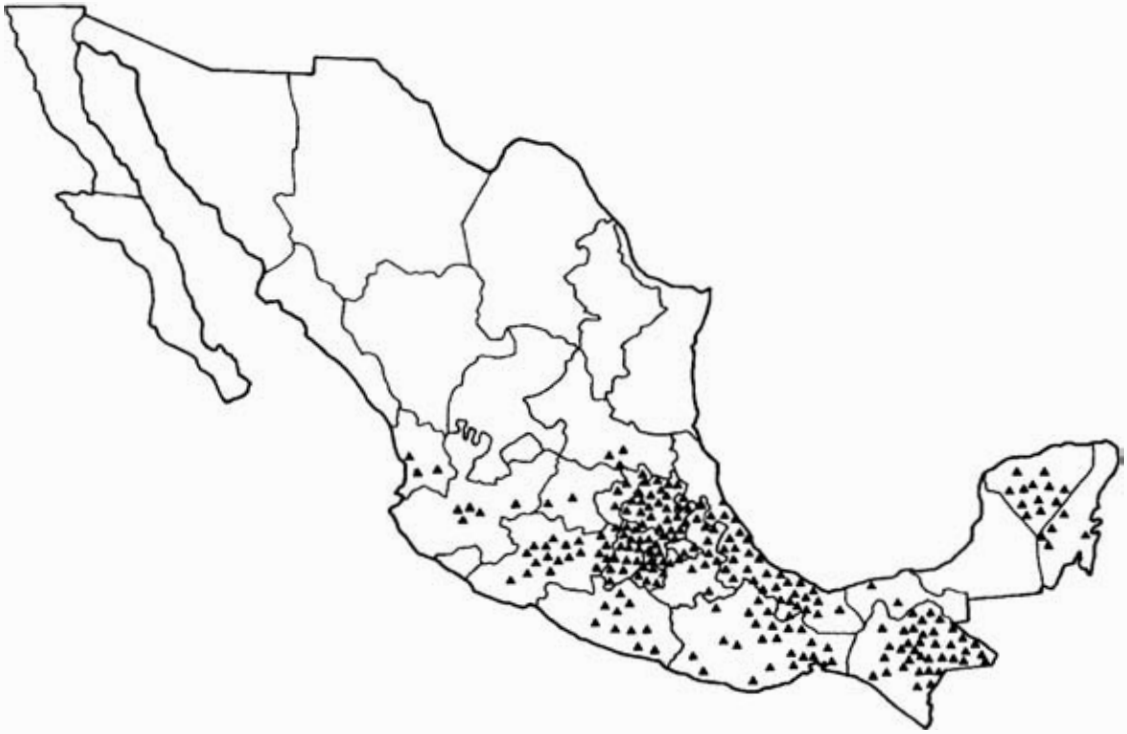

Fig. 14.5. Distribución geográfica de los Coleoptera comestibles en México.

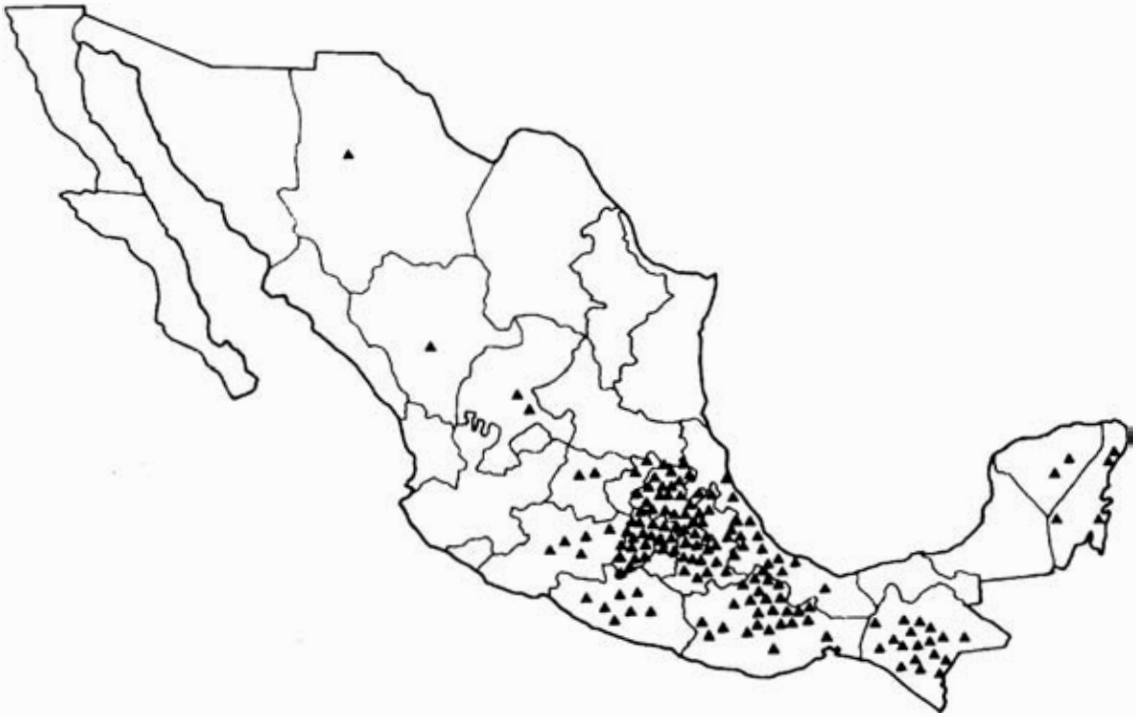

Fig. 14.6. Distribución geográfica de los Lepidoptera comestibles en México.

Fig. 14.7. Distribución geográfica de los Diptera comestibles en México.

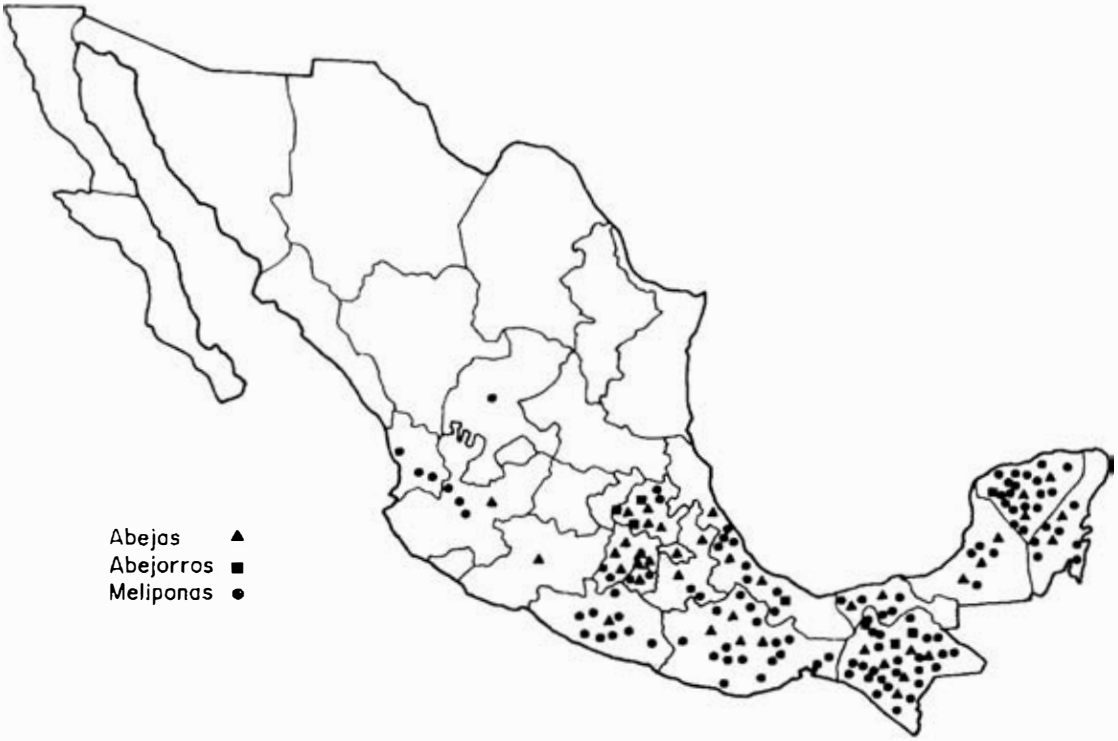

Fig. 14.8. Distribución geográfica de los Hymenoptera (Apidae) comestibles en México.

Fig. 14.9. Distribución geográfica de los Hymenoptera (Meliponini) comestibles en México.

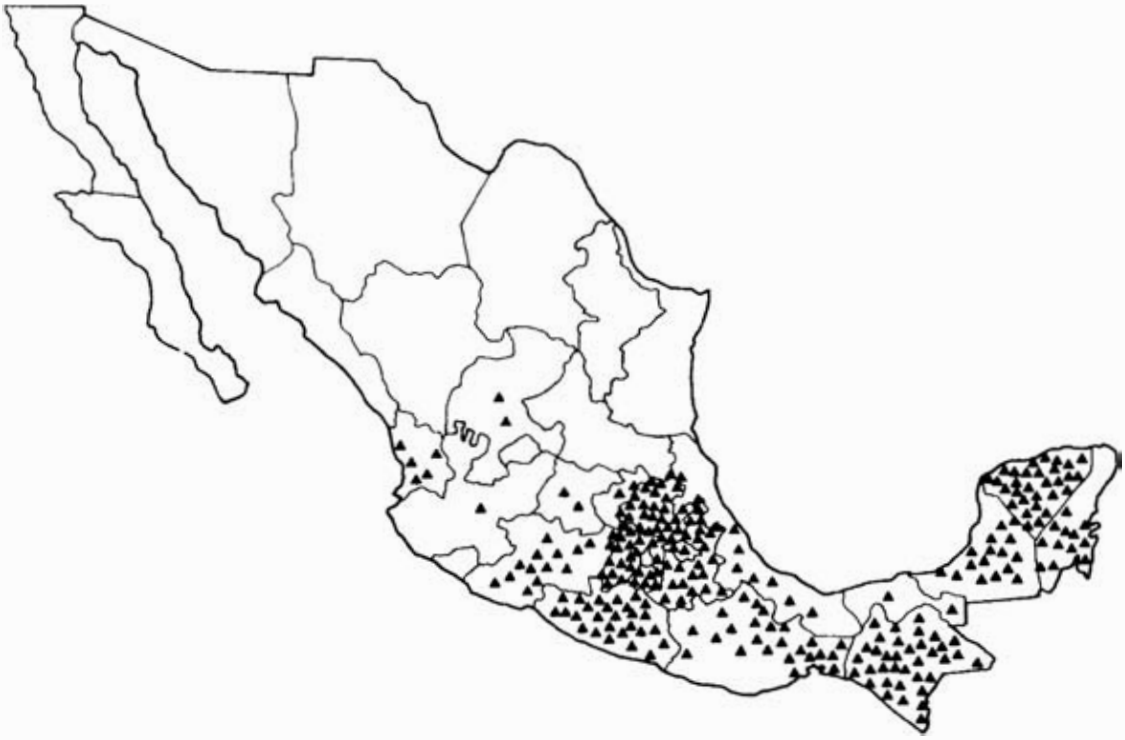

Fig. 14.10. Distribución geográfica de los Hymenoptera (Vespidae) comestibles en México.

Fig. 14.11. Distribución geográfica de los Hymenoptera (Formicidae) comestibles en México.

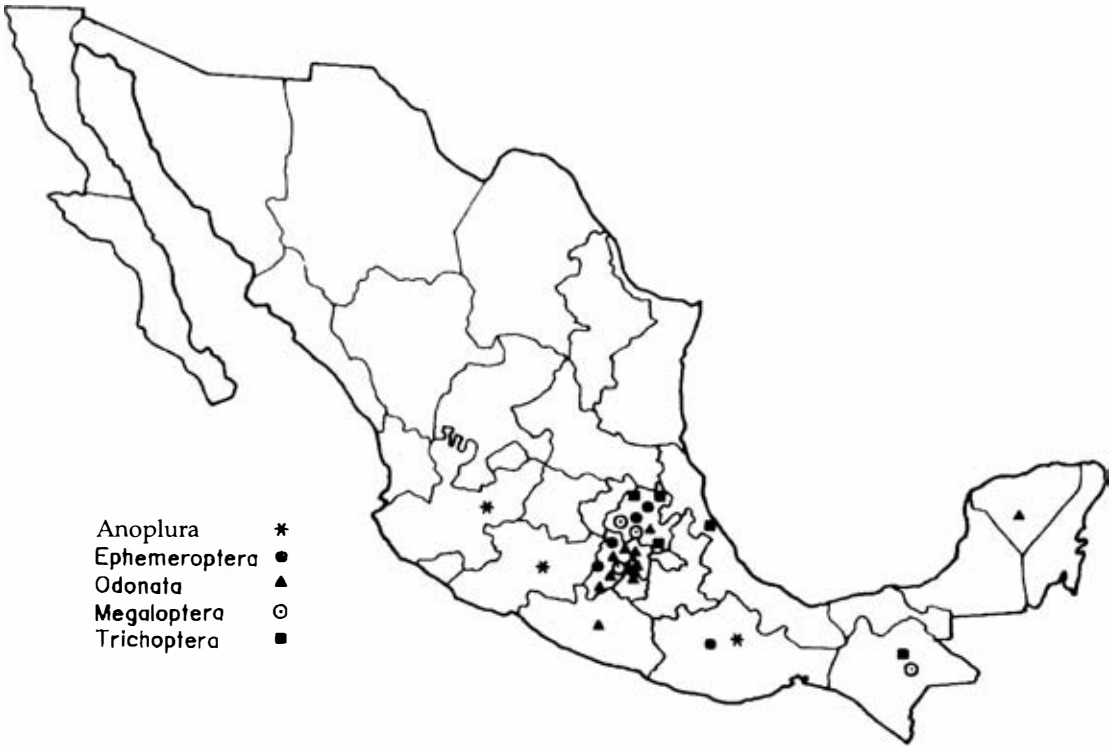

Fig. 14.12. Distribución geográfica estudiada de los insectos comestibles de los órdenes Anoplura, Ephemeroptera, Odonata, Megaloptera y Trichoptera.

DIVERSIDAD MUNDIAL DE INSECTOS COMESTIBLES

En el mundo se consumen organismos o individuos de 14 órdenes de la clase Insecta, es decir que, además de los 13 órdenes registrados para México, se consumen los 'pescaditos de plata', del orden Thysanura. Para registrar las especies de insectos comestibles en el mundo, se recurrió a revisiones bibliográficas en diferentes revistas mundiales especializadas, de alimentación, de antropología, nutrición, geografía humana, biología, ecología, entomología y otras, así como noticias de la FAO y de la WHO, diversos libros al respecto, además de las crónicas de los viajes realizados a diversos países exóticos, libros de antropología de la alimentación, nutrición y otros; solo algunas especies correspondieron a las censadas personalmente, por los acuerdos realizados con diferentes instituciones y/o universidades de diversos países con los que se estableció algún convenio para este tipo de estudios. Con base en estos métodos, el número total de especies registrado en el mundo hoy en día es de 1681 (Cuadro 14.3).

De las especies censadas, el número mayor de nuevo corresponde al orden Coleoptera con 468 especies, en orden descendiente siguen los Hymenoptera (351), Orthoptera (267), Lepidoptera (253), Hemiptera (102), Homoptera (78), Isoptera (61), Diptera (34), Odonata (29), Ephemeroptera (19), Trichoptera (10), Neuroptera (5), Anoplura (3) y Thysanura (1). Esta cifra es demasiado reducida, pues son muy escasos los estudios respecto a los insectos comestibles que se consumen en el mundo. Hoy en día estamos entre los pioneros en postularlos como una fuente de proteína en el futuro y de emprender este tipo de estudios sistemáticamente, demostrando el papel tan significativo que en la alimentación y en otras áreas de la ciencia y la tecnología representan los insectos.

Cuadro 14.3. Número de insectos comestibles registrados para el mundo (2002) (modificado de Ramos-Elorduy, 1997a).

Orden	No. spp.
Thysanura (pescaditos de plata)	1
Anoplura (piojos)	3
Ephemeroptera (moscas de mayo)	19
Odonata (libélulas)	29
Orthoptera (chapulines, cucarachas y grillos)	267
Isoptera (termitas)	61
Hemiptera (chinches)	102
Homoptera (cigarras, cigarritas y cóccidos)	78
Neuroptera (manfes)	5
Lepidoptera (mariposas diurnas y nocturnas)	253
Trichoptera (cargapalitos)	10
Diptera (moscas y mosquitos)	34
Coleoptera (escarabajos)	468
Hymenoptera (hormigas, abejas, avispas)	351
Total	1681

El número de países que consumen insectos asciende a 102, divididos entre los cinco continentes de la Tierra. A partir de los datos recabados, hoy en día, América es aparentemente el continente más entomófago, le sigue África, luego Asia, Australia y Europa. En años anteriores no era así, pues África era el continente más entomófago, aun sin haberse hecho estudios de una manera sistemática (Ramos-Elorduy, 1997a). En la actualidad es América, debido a que nosotros constantemente seguimos 'rastreando' especies de insectos comestibles en nuestro país y otros países del continente, como Brasil, que también ha registrado gran número de especies de insectos comestibles, por lo que la cantidad total ha aumentado. En África el papel de los insectos comestibles fue más expuesto, ya que los conquistadores buscaban otros recursos distintos a los que explotaban sus esclavos africanos, a quienes no se les prohibió comer su alimento habitual, y solo los observaban y anotaban en algunos casos lo que éstos consumían, pero solo por mera curiosidad. Algunos los llegaron a probar y los consideraron 'alimentos exóticos', calificados generalmente como muy sabrosos. Un tanto diferente de lo que sucedió en México, pero, por la misma razón, los conquistadores lo permitieron, ya que para los 'patrones' esto no era un alimento. Sin embargo, con base en los datos compilados en el Cuadro 14.4, si analizamos el número de especies registradas contra el número de países censados que los ingieren, el índice relativo de entomofagia nos indica que en primer lugar se encuentra América, luego Asia, en tercer lugar África, en cuarto lugar Australia y finalmente Europa. Todo ello se debe a que existen, en los lu-

Cuadro 14.4. Índices de consumo de insectos en el mundo y sus continentes (2002). A: Número de países con entomofagia, B: Índice relativo de entomofagia, C: Posicionamiento.

Continente	No. spp	%	A	B	C
África	504	28.88	35	14.40	3
América	699	40.06	23	30.40	1
Asia	349	20.00	18	19.39	2
Australia	152	8.71	14	10.86	4
Europa	41	2.35	12	3.42	5
Mundo	1745	100	102		

gares de asentamiento de los variados grupos entomófagos, condiciones particulares caracterizadas por limitaciones y oportunidades ecológicas respecto a la disponibilidad de recursos alimenticios.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA MUNDIAL DE LOS INSECTOS COMESTIBLES

En la figura 14.13 se aprecia la distribución de los insectos comestibles en el mundo representados por órdenes, en ella se puede advertir que ésta abarca los cinco continentes del planeta, así como su concentración y abundancia en las zonas localizadas entre los trópicos. También se puede observar que éstos se ingieren en el Primer Mundo (E. U. A. y Europa) en un número relativamente más bajo, pero en un área todavía menor que abarca pocos países e incluso en áreas muy frías como Alaska. En toda Asia se consumen abundantemente, al igual que en Australia; en Ucrania solo se ve el registro de una especie en Odessa.

En relación con los diferentes órdenes (Fig. 14.13), podemos darnos cuenta de que a pesar de

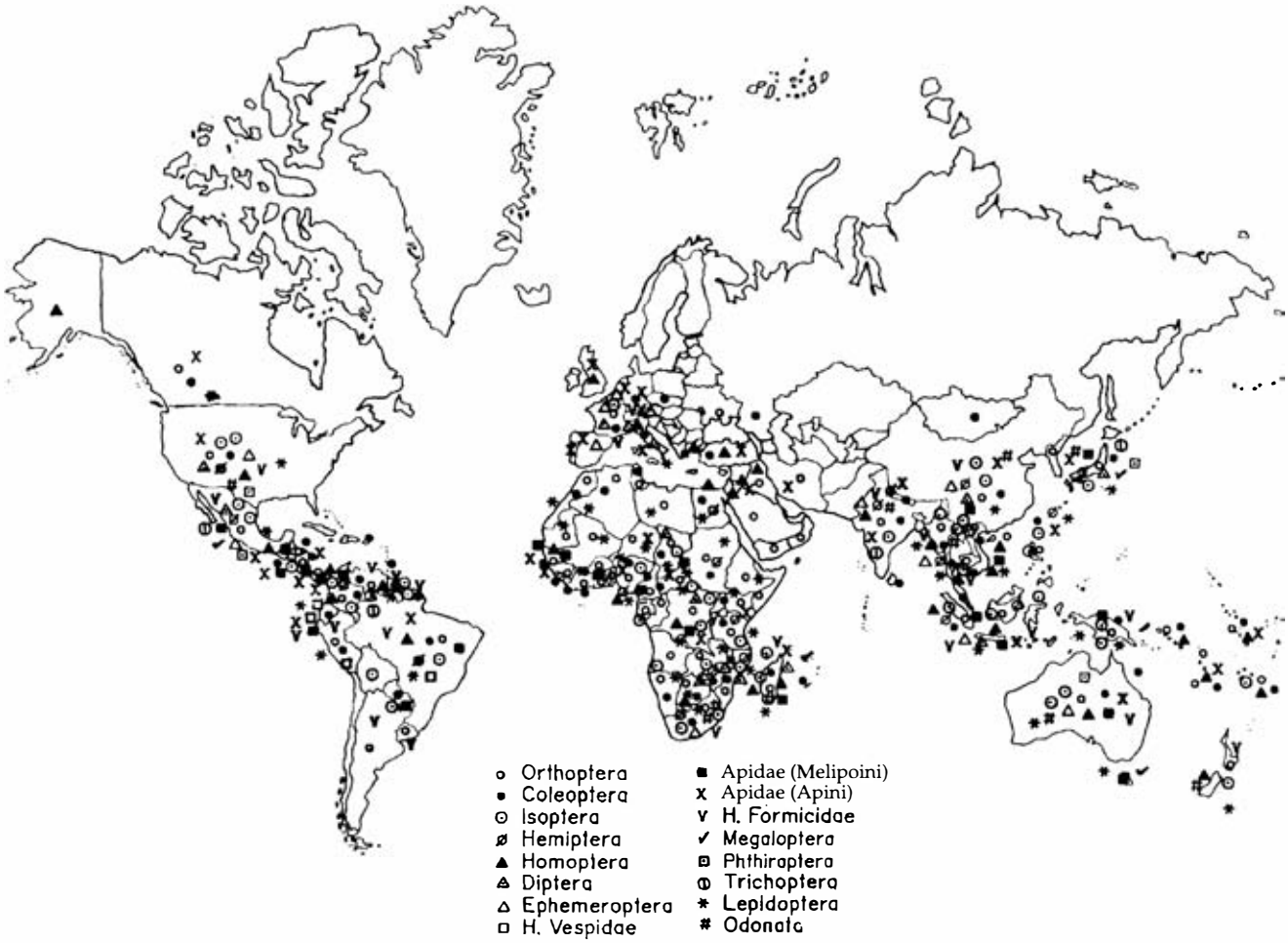

Fig. 14.13. Distribución geográfica de los insectos comestibles del mundo.

que los estudios sobre los insectos comestibles no se han efectuado de una manera sistemática, es fácil notar que los Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera e Isoptera (Figs. 14.14-15) son muy ampliamente consumidos en todo el continente africano, al igual que en Centro y Sudamérica, en la parte sureste de Asia y en toda la Polinesia, la Micronesia y una parte de Australia. Los Hemiptera se consumen mucho en México, algunas partes de África y en el sureste de Asia (de manera abundante). Los Homoptera igualmente en una proporción menor en los diferentes sitios de las mismas áreas geográficas mencionadas, además del norte de Arabia y los países del oeste de Asia. (Fig. 14.16). De los insectos sociales pertenecientes a los Hymenoptera, son las abejas con aguijón (Apidae) (Fig. 14.17) las más consumidas, ya que muchas especies son objeto de cultivo y prácticamente se las encuentra distribuidas en todo el mundo; el consumo de las abejas sin aguijón está restringido a las áreas neotropicales de América, África, Asia y Australia. En el caso de las avispas, éstas están representadas en Centro y Sudamérica, en la parte sureste de Asia, incluidos China y Japón, y en Australia, además de Francia. Una distribución de consumo semejante existe para las hormigas (Formicidae), donde solo hay que agregar también a Italia. En el caso de los insectos acuáticos (Ephemeroptera, Odonata y Neuroptera) (Fig. 14.18) el registro de su consumo es más esparcido, al igual que el de los piojos (Anoplura).

ESTACIONALIDAD DE LOS INSECTOS COMESTIBLES

El consumo de insectos, tanto en cantidad como en número de especies, depende del ecosistema al que nos refiramos, del lugar aludido y de la importancia del hábito entomofágico. No obstante, hay que señalar que existen especies que se encuentran a lo largo del año, variando poco en número, y tam-

Fig. 14.14. Distribución geográfica de los Orthoptera y Lepidoptera comestibles del mundo.

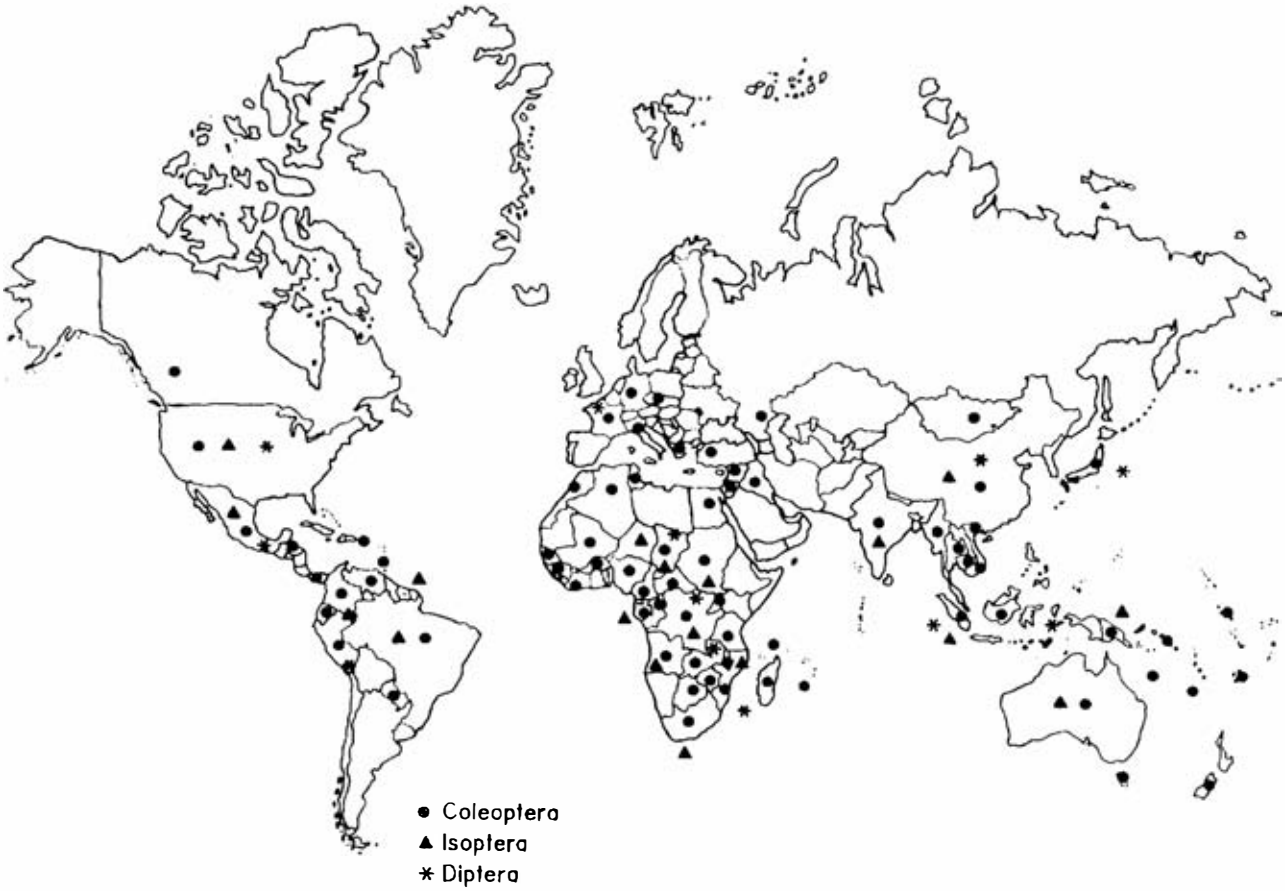

Fig. 14.15. Distribución geográfica de los Coleoptera, Isoptera y Diptera comestibles del mundo.

bién hay especies que se presentan en una o varias estaciones del año, lo cual presenta oscilaciones dependiendo de las variaciones meteorológicas y climáticas de un año dado. En general, la gente solo explota a las poblaciones cuando se encuentran en su situación poblacional máxima.

Así, el consumo de cada especie se da en una determinada época, pero hay una secuencia en el consumo de la diversidad de especies usadas como alimento, la cual es particular en cada localidad, lo que resulta en una calendarización del consumo de las especies de insectos en cada sitio.

BIOMASA DE ALGUNOS INSECTOS COMESTIBLES

Como se sabe, los insectos poseen grandes biomasas en la naturaleza. Según Pimentel *et al.* (1977), la biomasa de invertebrados en los Estados Unidos es de alrededor de 1000 Kg/ha, mientras que la del ganado es de 100 Kg/ha. Lindroth (1993) mencionó que los grillos transforman cinco veces más rápido que las reses el recurso vegetal en biomasa aprovechable. Por lo general ésta es desperdiciada, por la aspersión indiscriminada de insecticidas. Algunos autores han citado las cifras y otros solo mencionan que los capturan cuantiosamente. Todo ello en los cinco continentes, tanto en ecosistemas terrestres como dulceacuícolas. Pero en realidad son pocos los datos cuantitativos de las diversas especies que existen en el mundo. Evans (1993) ha señalado que para conservar una especie hay que usarla, si esto fuera cierto, el uso que se hace de los insectos haría que se preservaran esas especies.

Gunn (1960) registró en Argelia la captura de nueve toneladas de chapulines por año. Adriens (1951) indicó que en Zaire ésta es de cinco toneladas de diferentes larvas de mariposas por año en

Fig. 14.16. Distribución geográfica de los Heteroptera (Hemiptera y Homoptera) comestibles del mundo.

la región de Kwango. Quinn (1959) señaló 35 kg por año de una especie de mariposa capturada en estado larval por la etnia de los Bapedi en Sudáfrica, e igualmente apuntó 20 kg por año para la etnia de los Pedi. Muyay (1981), para la misma especie de lepidóptero, pero en Zaire, registró 150 kg recolectados por persona, y, en Zambia, Holden (1991) dijo que es de 140 kg por persona. En tanto que de *Imbrasia belina* se registró la captura de 90 millones de larvas en Sudáfrica (Ferreira, 1995). Beehler (1988), en Zimbawe y Botswana registró 1600 kg de éstas en cada país. Y en la población de Kananga, en Zaire, Kitsa (1989) obtuvo una cifra de 16 toneladas por año. En Camerún, DeFoliart (1989) registró 5000 individuos capturados por día de un escarabajo comestible (*Popilia japonica*). Bergier (1941) consideró que una nube de langosta pesa alrededor de 22 toneladas. Beaudorin (1990), en la República Central Africana, capturó 1200 ejemplares por día de *Angosoma centaurus*.

De Tailandia se cita la captura de 10 toneladas por año del chapulín del arroz, *Oxya velox* (Anónimo, 1988a, b, 1992a, b). De Filipinas, Starr (1991) señaló la captura de enormes cantidades de éste. De la India, Ichponani & Malek (1971) citaron 2000 kg por año de captura de larvas del gusano de seda, y Chowdhury (1982) la de 183 toneladas métricas en la región de Asam. En Japón, Mitsuhashi (1997b) comunicó la recolecta de muchos kilos por año de la avispa *Vespula lewisi*. De Nepal, DeFoliart (1989) registró enormes cantidades capturadas de grillos del género *Brachytrupes*. De Java, Indonesia, DeFoliart (1992) indicó la captura de billones de termitas dos veces al año. De Australia solo conocemos la información de Bergier (1941), quien dijo que de las mariposas *Agrotis infusa* se recolectan cantidades colosales (80 000 ejemplares), al igual que las de varias especies de termitas, y que del gusano de la palma se recolectan de 1.5 a 2 kg/h/hombre en Nueva Guinea.

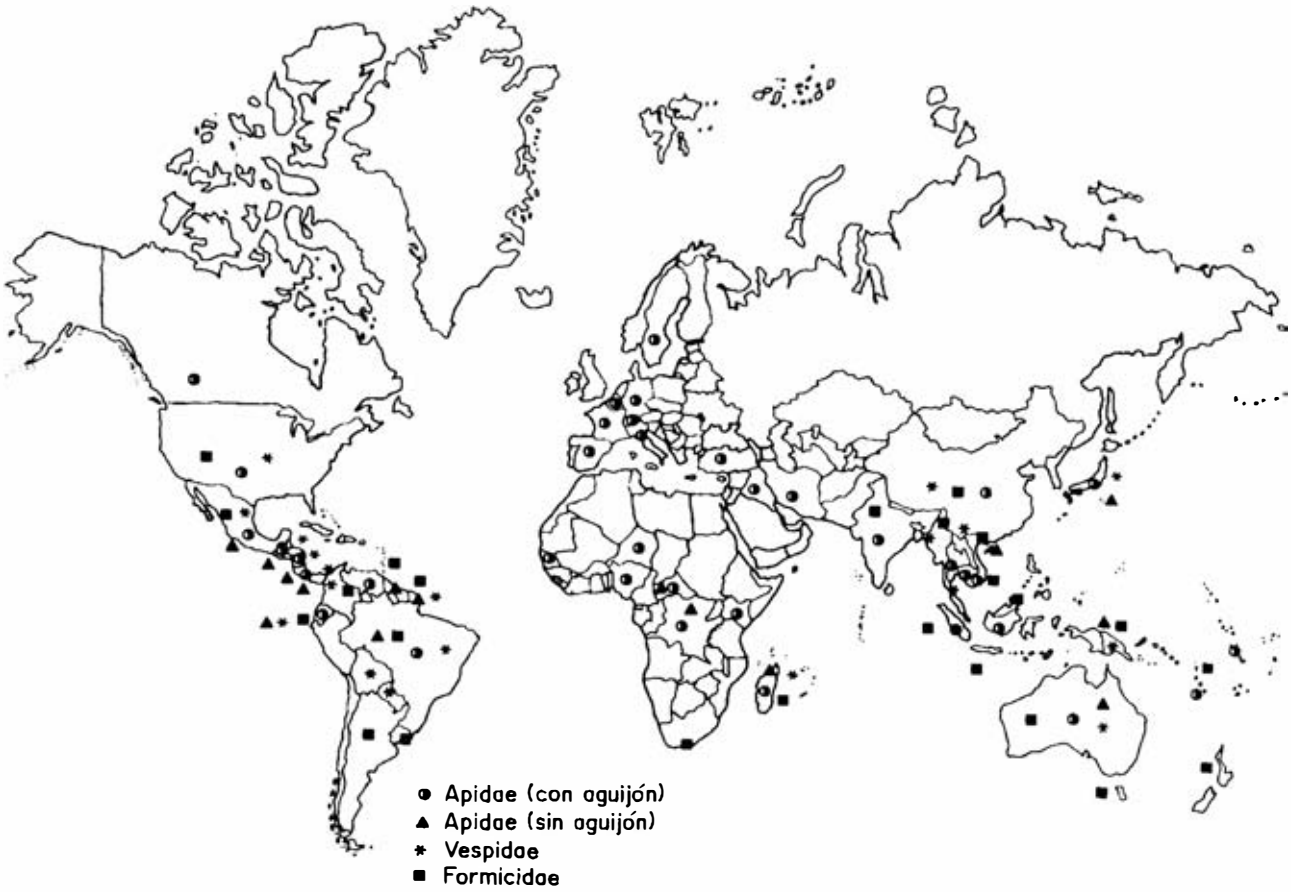

Fig. 14.17. Distribución geográfica de los Hymenoptera (Apidae, Vespidae y Formicidae) comestibles del mundo.

De los Estados Unidos igualmente son pocos los registros al respecto. Entre ellos se conocen los de las larvas de la mariposa *Coloradia pandora*, que según Blake & Wagner (1987) se recolectan muchas toneladas al año en este país, así como la captura del tetigónido *Anabrus simplex*, del cual se recolectan de cinco a seis toneladas por año (DeFoliart, 1989). De los ecosistemas acuáticos, Schurr (1972) asegura que los insectos forman una enorme cantidad de biomasa comestible.

En México hemos evaluado poco este aspecto, y solo tenemos algunos ejemplos, como el del chapulín del género *Sphenarium*, de Santa Inés Ocotlán en Oaxaca, cuya recolecta asciende a 10 toneladas al año; la de los xamúes en Tulancalco, Hidalgo, que es de tres toneladas al año; la de los jumiles de Morelos y Guerrero, que son alrededor de cinco toneladas por familia y por año; el de las hormigas chicatanas en Arriaga, Chiapas, que alcanzan 39 toneladas al año; y también la de la cuetla, larva de la mariposa *Latebraria amphypirioides*, en la región de Bethel, Chiapas, que es de alrededor tres toneladas por año (Chan Kin, 1997). Además, habría que considerar la enorme biomasa de la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), que llega cada año y en la que algunos adultos son comestibles.

De Colombia y Venezuela, Dufourt (1987) registró 2000 especímenes del gusano de la palma/individuo/h. De Perú, en la región de Ayacucho, Pavlich (1999) indicó la recolecta de muchos kilos de un grillo grande negro (*Brachytrupes* sp.).

En Europa, no hay datos cuantificados a este respecto.

Por demás está enfatizar las toneladas de miel producidos en los diversos países del mundo en donde la apicultura ocupa un lugar predominante, calificándose en todos los casos de varios cientos de toneladas. Igualmente se podrían mencionar otros productos elaborados por los insectos, como cera, seda, colorantes, laca y otros productos.

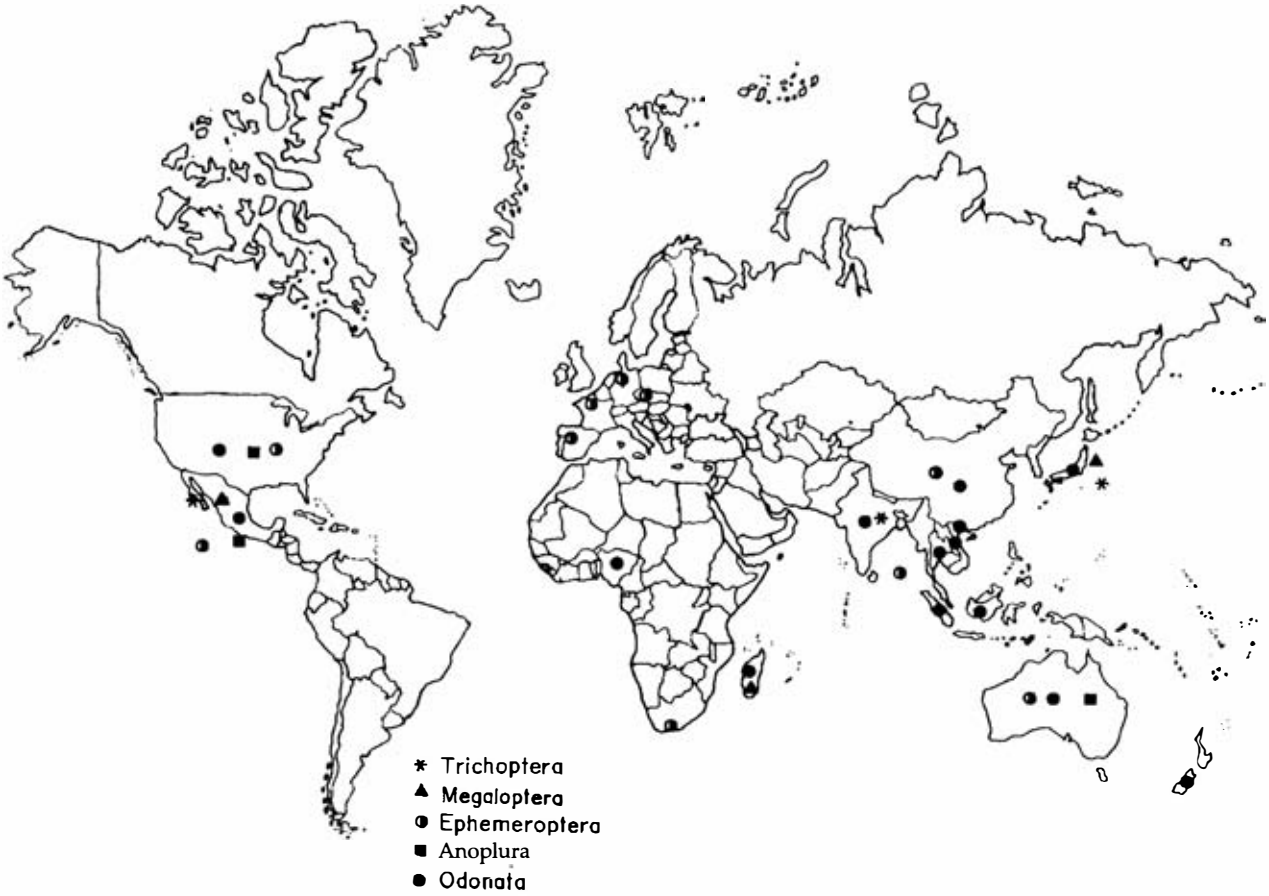

Fig. 14.18. Distribución geográfica de los insectos comestibles acuáticos (Trichoptera, Megaloptera, Ephemeroptera y Odonata) y Anoplura en el mundo.

Al hablar de biomasa, se debe pensar no solo en la cantidad de individuos que se producen y/o se capturan, sino en el gasto energético efectuado para ello. Se tendría en cuenta la eficiencia de conversión, o sea, el hecho de transformar en masa de su propio cuerpo, el alimento que se ingiere y en qué tiempo lo hace, así se reconocerá cuánta energía se necesita para llevarlo a cabo (que en los insectos es elevada). Pero también se pregunta ¿cuál es el gasto energético en su obtención?, ya que si se hiciera un análisis de la recolección de chapulines, por ejemplo, se podría ver que, en una hora, se pueden capturar de 400 a 500 kg por día por familia durante su época de abundancia, cada familia integrada por cinco personas. Esta especie posee hasta un 77% de proteína, es decir 3/4 de su cuerpo (Ramos-Elorduy *et al.*, 1984). Además, hay que enfatizar que el 100% de la biomasa insectil capturada es aprovechable, que son igualmente fáciles de preservar y conservar por secado al sol, en el comal o en horno de tierra, y así se pueden almacenar durante mucho tiempo.

También hay que señalar que hay especies multivoltinas (las que se reproducen varias veces durante todo el año), univoltinas (que se reproducen una sola vez al año), bivoltinas, etc., lo que también podría influir en la biomasa relativa que se pueda recolectar, aunque esto no es determinante, ya que aunque se reproduzcan una sola vez, a menudo su grado de reproducción es descomunal.

Igualmente, habría que preguntarse, ¿cuántas generaciones de chapulines se pueden dar en el tiempo en que una res, es si cabe la expresión, cosechable y/o explotable? ¿Cuál sería la diferencia de biomasa en este caso? ¿Cuánto cuesta alimentar, vacunar y mantener en buenas condiciones? ¿Cuánto de su cuerpo es aprovechable? Así se podría analizar verdaderamente el costo-beneficio

indicado, sin tomar en cuenta el esfuerzo realizado y el valor nutritivo, calidad de proteínas, digestibilidad de ellos y potencial reproductivo alto o no.

Sin duda, las especies que más se consumen pertenecen a los insectos sociales o aquellas que se llegan a constituir en plagas, es decir aquellas especies que se encuentran en grandes cantidades en una determinada área o las más suculentas, lo que indica que existe una economía de la energía en su búsqueda y obtención. Esto quizás es sorprendente para algunos autores que han elaborado ecuaciones sobre la eficiencia de captura en relación con el costo-beneficio de éstas, quienes lo expresan en términos de calorías por hora, para así determinar a la especies más rentables, al maximizar la tasa de rendimiento calórico para incrementar la eficiencia global en la búsqueda y captura de una especie. Tales autores arguyen que esto es lo que podría explicar la causa del abandono de la entomofagia, ya que la gente seleccionaría a las mejores especies y que solo aquellas personas que habitan en las áreas tropicales harían acopio de los insectos por existir ahí muy pocos animales de gran envergadura (Smith, 1992).

Beckermann (1979) señaló que las sociedades menos numerosas harán uso del recurso animal, mientras que las más numerosas harán más uso del vegetal. Aquí se podría decir que las sociedades actuales son más numerosas que las ancestrales. Sin embargo, Jones & Madsen (1991) aseveraron que en la captura de insectos, particularmente de *Anabrus simplex* se gastan menos calorías que en la de los vertebrados, y que la eficiencia de captura se incrementa con la experiencia, pudiendo llegar a 100 000 cal/h que es un valor muy alto. Contrariamente a lo que Harris (1989) enunció respecto a que la obtención de insectos para alimento sería demasiado costosa y a Armelagos (1996) quien dijo que los invertebrados terrestres no son deseados como alimento, sin mostrar ejemplos y/o casos de esta aseveración o lo contrario.

Pero en este caso, también habría que hacer alusión a costos e inversiones que se necesiten realizar y qué número de personas se requerirían y también cuántas pueden contar con esto, adquirirlo y sostener su economía, y también habría que preguntarse ¿qué sucede con aquellas que poseen una economía natural o de subsistencia o con aquellos que cuentan con salarios insuficientes? Los insectos son un recurso natural renovable que está ahí y para los nativos de ciertas zonas, solo tienen el costo de ir a buscarlo y recolectarlo.

ECOSISTEMAS RELACIONADOS CON EL CONSUMO DE INSECTOS COMESTIBLES EN MÉXICO

En relación con los ecosistemas donde se encuentran los insectos comestibles, se puede describir con respecto a la vegetación y uso del suelo. Éstos van desde los pastizales hasta los bosques templados y tropicales de México, donde existen y son recolectados, pero también ocurren en tierras dedicadas a la agricultura y al pastoreo. Así, se los encuentra en el matorral xerófilo, en bosque húmedo de montaña, en bosque semiseco, en bosque tropical, en planicies costeras o no, en manglares y en diversos ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, lagunas, bordos, presas, jagüeyes, arroyos). Esto abarca diferentes tipos de climas; en el apéndice 14.3 se muestran algunos ejemplos de ellos. De las 42 ecorregiones mundiales conocidas (WWF, 1999), en México, en el aspecto del consumo de insectos comestibles, éstas comprenden el 54.7% de ellas.

Con respecto al tipo de huéspedes que tienen las especies fitófagas, éstas van desde el estrato herbáceo con el uso alimenticio de diversas familias, hasta árboles de gran envergadura, alimentándose del follaje, de la madera viva o incluso de madera muerta en diferente grado de biodeterioración. En el apéndice 14.4 podemos ver algunos ejemplos de éstas.

En el apéndice 14.5 hay ejemplos de diversas especies en las que se sintetiza el régimen alimenticio de ellas, se trata de las más comunes en estos ecosistemas. En el caso de los insectos con régimen carnívoro varía, comprendiendo desde los anélidos hasta los vertebrados, e incluso existen especies carroñeras y caníbales.

PAPEL ANTIGUO Y RECIENTE DE LA ENTOMOFAGIA Y PATRONES DE CONSUMO

Se puede considerar que conforme las sociedades se fueron asentando con el surgimiento de la agri-

cultura y luego la domesticación, el hombre dejó el nomadismo y se restringió a áreas determinadas, explotándolas en su beneficio. Posteriormente, con el manejo y mejora de la producción agrícola y la optimización de las cosechas mediante la mecanización, el hombre ya no necesitó buscar más alimentos fuera de su entorno. Entonces, con la domesticación de diversos animales en áreas de terreno relativamente pequeñas, se tenía proteína animal suficiente para el sustento cotidiano, más aún ahora, con el mejoramiento genético y la producción de variedades resistentes a los diversos climas y enfermedades.

Las mujeres eran las que realizaban la recolección de los insectos comestibles, lo cual sucede también hoy en día. Por ello, hacían y hacen un uso intensivo de éstos, mientras que los hombres en la antigüedad procuraban la proteína de vertebrados, a la que las mujeres tenían poco acceso. Dhalbert (1981) indicó también que ellas realizaban una contribución económica mayor a la sociedad que los hombres en las sociedades cazadoras-recolectoras. Bongaarts (1980) dijo que la cantidad de grasa que contienen los insectos llevó a las mujeres a tener gran éxito reproductivo, aunado a las proteínas de buena calidad de éstos. Nerlove (1974) las consideró consumidoras primarias de insectos, ya que eran las que forrajeaban, y determinó que sus actividades eran simples, repetitivas, interrumpibles, no peligrosas y cercanas al lugar de asentamiento, de tal manera que el papel de la madre, además del cuidado del hogar y de los hijos, efectuó la transmisión de la tradición entomofágica, ya que los pequeños aprendían, practicaban y continuamente ejercían el consumo de insectos. Por lo tanto, el arraigo y permanencia de la entomofagia se debe a ellas y, en la actualidad, además de una tradición alimenticia, de las festividades en honor de alguna especie o del uso de sus productos para sus actividades sagradas y, también, por no contar con suficiente dinero, para comprar otras cosas; ésta se continúa preservando hasta la actualidad por lo que podemos decir que se ha dado un proceso cultural.

Los insectos son consumidos por seres humanos de todas las razas, creencias, edades o sexos de diferentes maneras. Esto está relacionado con su bagaje cultural, existiendo en muchos casos verdaderas peregrinaciones, agrupamientos que se reúnen para ir en su búsqueda; ésta puede abarcar caminatas de varios días comprendiendo varios kilómetros. En México, por ejemplo, se encuentra el caso de la recolecta de los jumiles (Carvajal *et al.*, 2000; Ramos-Elorduy, 2003a) en Guerrero e Hidalgo. Lo mismo ocurre con xamúes (Hidalgo y Querétaro), los chapulines (Tlaxcala, Puebla, Estado de México y Oaxaca), la cuetla (Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas), las chicatanas (Veracruz, Campeche, Yucatán, Q. Roo, Chiapas, Oaxaca y Guerrero) y los escamoles (Hidalgo, Puebla y Estado de México).

En honor a los insectos se hacen festividades en Guerrero, como es el caso de la fiesta del jumil sagrado (*Edessa cordifera*); de la ceremonia de iniciación y agricultura anteriormente ofrendada a la deidad Ah Mucen Cab, que se efectúa en Yucatán y Chiapas; la de los escamoles en Tláhuac, D.F. y axayácatl en Michoacán y Guanajuato. Lo mismo sucede en otras partes del mundo, como la búsqueda de las orugas de varias especies de mariposas en África, en donde incluso se va de un país a otro, teniendo el gobierno de Zambia que hacer una ley que ponía épocas de veda con objeto de preservar las especies (Holden, 1991). En el área central de Australia varias etnias realizan caminatas enormes para rendir honor a sus tótems, y localizar y recolectar a los anhelados insectos comestibles (Bergier, 1941), pensando en que si no lo hacían así éste no les daría alimento para la próxima temporada.

También la religión ha jugado un papel importante en este aspecto, al aprobar la ingestión de algunos alimentos y la prohibición de otros. En el caso de los insectos si bien los encontramos mencionados en la Biblia, como en el caso de Juan el Bautista, que solo se alimentó de langostas (chapulines) y miel silvestre (*Apis mellifera*), también existen en diferentes libros la prohibición de comer el tipo de animales que correspondería a los insectos (Arana, 2003).

SOCIEDAD, GEOGRAFÍA E HISTORIA DE INSECTOS COMESTIBLES

Entre los habitantes de las áreas rurales del mundo se hace el más grande acopio de este recurso alimenticio, el cual se ingiere en mayor o menor

proporción dependiendo de la región cultural y biogeográfica en donde esta gente vive. Para determinar el por qué del arraigo del consumo de insectos en las regiones donde son más consumidos (trópicos del Viejo y Nuevo mundos), hay que considerar que este grupo tiene un alto índice de riqueza y abundancia y están presentes por doquier, mientras que en las regiones Neártica y Paleártica tienen una diversidad menor y por lo general su presencia solo es estacional, al contrario de lo que sucede en las tierras bajas de los trópicos donde se encuentran todo el año.

Como la dieta de los humanos es un reflejo de sus condiciones socioeconómicas y muchos de ellos poseen una economía natural o de subsistencia en dichas zonas, para incrementar su régimen alimenticio recurren a muchos de los recursos silvestres de cada lugar. Así pueden suplir las necesidades mínimas requeridas por el organismo. Se puede aseverar que a cada lugar geográfico está asociado un estilo de vida propio, lo cual está ligado a hábitos y costumbres que a lo largo del tiempo se han erigido en una tradición, la cual, mediante la transmisión oral, es pasada de padres a hijos. Así es como se ha preservado el hábito entomofágico, el cual esta gente valora enormemente y forma una parte importante de su dieta cotidiana, pues se encuentra arraigado en ellos y del que también son dependientes. En general se puede decir que esa gente no ingiere alimentos procesados, en los que los sabores naturales han sido tan modificados que no corresponden a la percepción gustativa de los alimentos reales.

La alimentación no es solo una necesidad fisiológica, sino que implica fenómenos psicológicos, sociales y culturales importantes, cada vez más frecuentemente manipulados, y es la gente de la clase media en la que se los induce, de tal manera que los patrones alimenticios en general son marcados por ésta, lo cual va aunado a un 'marketing' impresionante y a una mercadotecnia y maquillaje alucinante, mucha de ella realizada a nivel subliminal, en donde cabe preguntarse ¿tenemos por lo tanto capacidad de elección?, ¿sabemos qué comemos?, ¿tenemos conciencia de que hay una enorme diferencia entre comer, alimentarnos y nutrirnos?, ¿conocemos la función que desempeñan los diferentes compuestos de los alimentos?, ¿cuál es la meta de estos productos tecnológicamente fabricados?

En un alimento también cuenta el 'prestigio' que éste tiene, y ello además de marcar un estatus social, marca un estatus cultural, además de que con la publicidad mencionada, con la existencia de los 'fast food', la falta de tiempo para preparar alimentos y darles la preparación y/o cocción correcta así como el ingreso de la mujer a las filas de trabajo, han hecho que este tipo de alimentación prospere y se consolide. Todo ello es 'conveniente' para la sociedad moderna de las ciudades, y ya que somos imitadores ¿cuál es el modelo para conseguir ese prestigio? ¿Será el del Primer Mundo?, aun a pesar de que en algunos casos, se sabe que esto no es bueno para la salud y que ha acarreado un sinnúmero de enfermedades recientes.

Por ello, podemos decir que existe una lucha, un reto entre tradición y aculturación, y con ello corremos el riesgo de perder nuestras raíces, nuestra identidad, nuestros rasgos de distinción y, llevado a nuestro tema, de perder el conocimiento que nos han legado sobre el uso y sustentabilidad de los recursos naturales nuestros ancestros, entre ellos los insectos comestibles.

Uno se puede percatar de que el prestigio de los insectos ha variado a lo largo del tiempo. Por un lado se les ha dado una connotación positiva y en otros casos lo contrario, por ejemplo, en Europa en general y en Francia en particular en el siglo XVI, las personas piojosas eran consideradas como las más saludables, tanto los hombres como las mujeres, y por ello eran los más solicitados en matrimonio, ya que se consideraba que si soportaban una carga tal de estos insectos, era porque se encontraban en condiciones fisiológicas óptimas (Ladroux, 1990). Y en ese tiempo el contar con una familia numerosa era importante. En África los insectos tuvieron un valor económico mayor que en ninguna otra parte del mundo, pues se elaboraron modelos aúricos idénticos a éstos en la República Central Africana, y eran las medidas que se utilizaban para cuantificar mediante su peso el oro que se extraía y se comercializaba, entre ellas había figuras de escarabajos, cigarras, chapulines y otros (Pujol, 1990). Sin embargo, existen los casos contrarios, por ejemplo, en los conventos del siglo XVIII en la ciudad de Puebla de México, a las monjas se les ofrecía carne con gusanos (larvas de mosca) y salsa de chinches de cama (*Cimex lectularius*), los cuales debían comer para demos-

trar su obediencia (Loreto, 1996). En los confesionarios de las iglesias los sacerdotes les preguntaban a los indios si habían tenido piojos entre los dientes para darles o no la penitencia respectiva. En ciudades de varios países los insectos fueron desprestigiados por la conveniencia económica que grandes compañías internacionales promovieron; su prestigio se ha ido recuperando a través de la importancia otorgada a la sustentabilidad de la biodiversidad. De una manera paulatina pero permanente, se han aceptado los insectos comestibles. En los menúes de algunos restaurantes y de la promoción o publicidad efectuada de ellos se demuestran cuánto, cómo y quiénes los consumen; entonces la gente de todo el mundo comienza a interesarse en los insectos como alimentación. Pero a pesar que existen movimientos sociales en pro del progreso de la forma de comida natural o la corriente de 'slow food', los insectos tienen pocos adeptos y se piensa más en incluir a los insectos en comida procesada, que en cultivarlos y explotarlos de manera natural. El desprestigio también viene de la Época Colonial, cuando los conquistadores de México, y en general del mundo, venían de lugares paleárticos, y consideraban a los insectos como 'comida de indios', aunque no la prohibieron. Algunas personas hoy consideran la entomofagia como una reliquia de primitivismo o como un 'barbarismo'; sin embargo, los insectos se siguen y se seguirán consumiendo entre los habitantes de muchos países, ya que es un recurso que representa costos muy bajos (Ramos-Elorduy, 1990). Además hay cierta economía del gasto energético en su captura, pues solo los recolectan cuando se encuentran en grandes cantidades, así su preservación como especie está asegurada ya que únicamente explotan la parte central de la curva de la población. El consumo de insectos comestibles ha persistido por más de 500 años en México, como lo podemos comprobar al estudiar a los insectos comestibles citados por Sahagún en el México Antiguo (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

En el cuadro 14.5 se registra el número de especies de insectos ingeridas actualmente en los diferentes estados de nuestro país, pudiendo notar que los órdenes más buscados corresponden a los mostrados como más abundantes en el apéndice 14.1 y los cuadros 14.1-2. Adviértase que el mayor número en general corresponde a los estados más muestreados (Chiapas, Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Veracruz, Guerrero, Puebla y Distrito Federal) y que los órdenes más consumidos son Hymenoptera (407), Hemiptera (231), Coleoptera (226), Orthoptera (175) y Lepidoptera (126). Obsérvese que el número total de especies registradas para cada orden así como el total general no corresponden con los cuadros de diversidad y el apéndice 14.1. Estas especies fueron registradas de 773 localidades visitadas, en 27 de los 32 estados de la República Mexicana, donde se entrevistó un promedio de 30 personas de diversas edades (adolescentes adultos y ancianos) y de ambos géneros por localidad visitada, lo que arroja un total de 23 190 personas encuestadas.

ETNOLOGÍA MEXICANA DE INSECTOS COMESTIBLES

De las 53 etnias propias del país, se censaron los insectos comestibles en 36 de ellas, registrando las especies que consumían, cómo los comían, quién, cuándo y si los almacenaban o comercializaban tanto intra como interestatalmente, o incluso a nivel internacional. De estas etnias, las que más insectos ingieren son las de origen náhuatl (373) (Ramos-Elorduy & Pino, 2002) (Cuadro 14.6, Fig. 14.19), ello quizás debido a su amplia ubicación geográfica en el país. Luego siguen los otomíes, que, aunque se encuentran en un territorio más restringido, consumen 335 especies; continúan los zapotecos con 295 especies, los mixtecos con 230 y los mayas con 227. Éstos son los cinco grupos étnicos que mayormente consumen insectos (Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003). En el siguiente grupo de frecuencias de consumo se encuentran los totonacas con 160 especies ingeridas, los mazahuas con 129 especies, los otopames con 123, los tarascos con 118, y los tzeltales con 111. Con menos de 100 especies está el tercer grupo de etnias, cuya ingestión va de 54 a 92 especies, siendo encabezado por los tojolobales con el mayor número, luego los zoques (85), los popolucas (78), los choles (74), los tzoltziles (72), los tlapanecos (65), los huastecos (64), los mixes y los tepehuanes con 59 especies y los lacandones con 54. En el último grupo se encuentran 16 grupos étnicos cuyo intervalo de ingestión va de 3 a 37

Cuadro 14.5. Cuantificación del consumo de especies de insectos por entidad federativa.

Edos.	Órdenes													
	Anp.	Eph.	Odn.	Ort.	Iso.	Hem.	Hom.	Neu.	Col.	Tri.	Lep.	Dip.	Hym.	Total
CHIS	0	0	0	25	0	10	6	1	34	1	19	0	63	159
MEX	0	2	3	23	0	42	8	1	27	0	10	12	24	152
HGO	0	2	1	11	1	24	7	1	28	4	17	5	42	143
OAX	1	0	0	24	0	18	8	2	23	0	14	2	42	134
VER	0	0	0	23	0	21	12	0	26	0	11	1	18	112
GRO	1	0	0	13	0	32	7	0	9	0	5	0	20	87
PUE	0	0	0	8	0	8	12	0	13	0	9	4	23	77
DF	0	0	4	10	0	17	1	0	14	0	16	3	8	73
YUC	0	0	1	4	0	1	1	0	11	0	4	0	45	67
MICH	1	0	0	6	0	5	3	0	11	0	4	1	14	45
MOR	0	0	0	7	0	24	3	0	3	0	0	0	8	45
QROO	0	0	0	1	0	1	0	0	5	0	2	0	21	30
TLAX	0	0	0	3	0	4	1	0	1	0	7	2	8	26
SLP	0	0	0	1	0	0	2	0	3	0	0	0	13	19
TAB	0	0	0	6	0	0	1	0	3	0	0	0	9	19
CAMP	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	15	19
NAY	0	0	0	3	0	1	0	0	3	0	0	1	8	16
QRO	0	0	0	2	0	6	0	0	2	0	2	0	4	16
JAL	0	0	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	5	15
GTO	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	2	0	4	12
DGO	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5	7
ZAC	0	0	0	1	0	2	0	0	2	0	2	0	0	7
CHIH	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	6
AGS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6
NL	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
BC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
TAMPS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	3	4	7	175	1	231	74	5	226	5	126	31	407	1297

especies, donde los matlazincas consumen 37 especies, los mazatecos 36, los amuzgos 35, los triques 31 y los chontales 21, en el resto de las etnias el consumo es menor de 17 especies (Cuadro 14.6, Fig. 14.20).

En el cuadro 14.7 se observa el índice de consumo total de cada orden en los diferentes grupos étnicos estudiados, en relación con el número de especies registradas en cada uno de ellos. El índice muestra el consumo relativo y además la posición de cada orden respecto a su consumo; se puede advertir que el orden más consumido es el de los Hymenoptera. En orden les siguen los Diptera, Lepidoptera, Hemiptera, Orthoptera, Coleoptera, Homoptera, y así sucesivamente.

En el cuadro 14.8 se advierte como efectúan el consumo de órdenes de insectos las diferentes etnias. Existe variación en la cantidad de consumo por cada una de las etnias; esto está en relación con el ecosistema donde habita cada grupo cultural, por ejemplo entre los nahuas el consumo de hemípteros es muy grande, luego seguirían los coleópteros, después los himenópteros, siguiéndole los ortópteros y en quinto lugar los homópteros. Entre los otomíes el primer orden por grado de ingestión es Coleoptera, le siguen en orden Hymenoptera, Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera y Homoptera. En el caso de los zapotecos el mayor consumo es de Hymenoptera, luego Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera y Lepidop-

Cuadro 14.6. Número de especies de insectos comestibles consumidos por 36 etnias de México.

	Etnias	Número		Etnias	Número
1	Nahuas	373	20	Lacandones	54
2	Otomíes	335	21	Matlazincas	37
3	Zapotecos	295	22	Mazatecos	36
4	Mixtecos	230	23	Amuzgos	35
5	Mayas	227	24	Triques	31
6	Totonacos	160	25	Chontales	21
7	Mazahuas	129	26	Chinantecos	17
8	Otopames	123	27	Huicholes	15
9	Tarascos	118	28	Amuchcas	13
10	Tzeltales	111	29	Chatinos	12
11	Tojolabales	92	30	Huaves	10
12	Zoques	85	31	Coras	9
13	Popolucas	78	32	Cuicatecos	8
14	Choles	74	33	Mames	7
15	Tzotziles	72	34	Ocuiltecos	6
16	Tlapanecos	65	35	Tarahumaras	6
17	Huastecos	64	36	Motlozintecos	3
18	Mixes	59			
19	Tepehuas	59		Total	3069

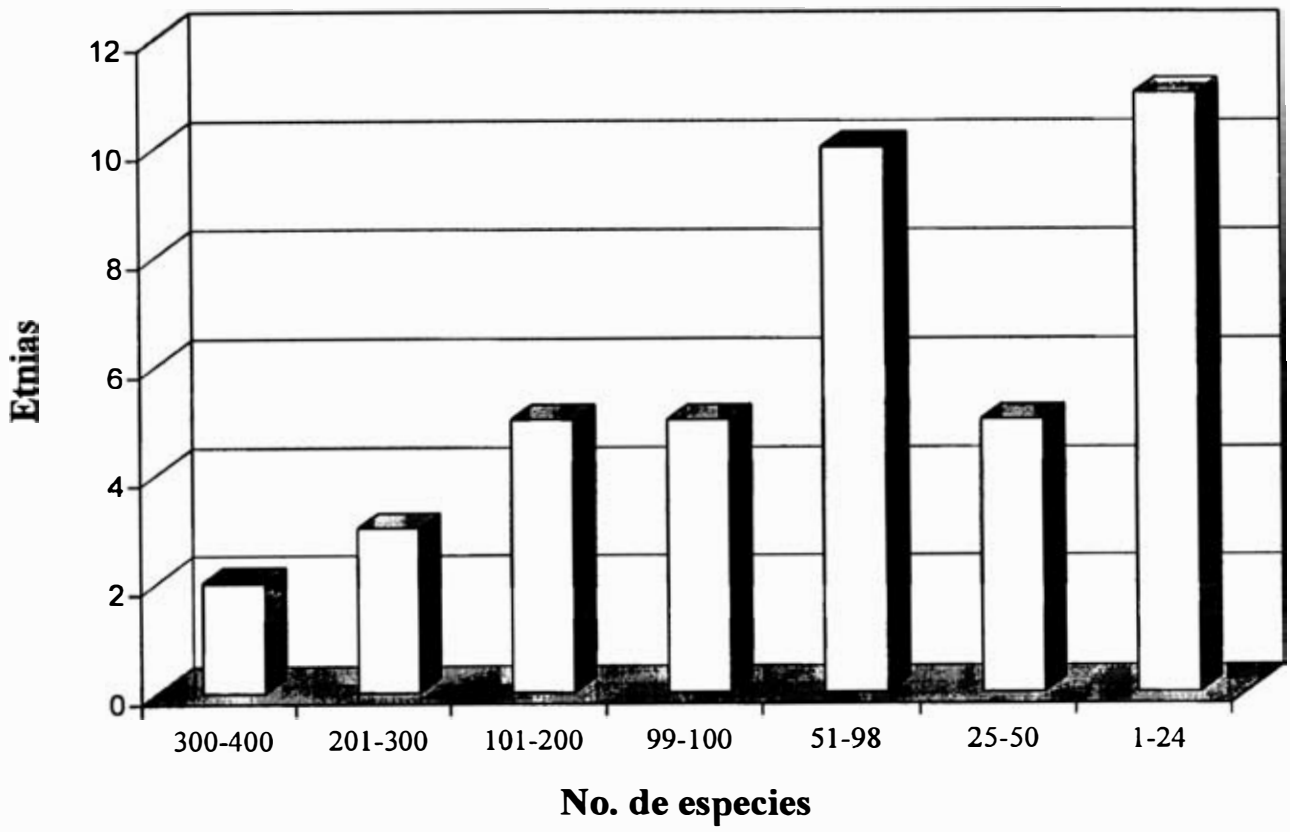

Fig. 14.19. Grado de consumo de las diferentes etnias en México.

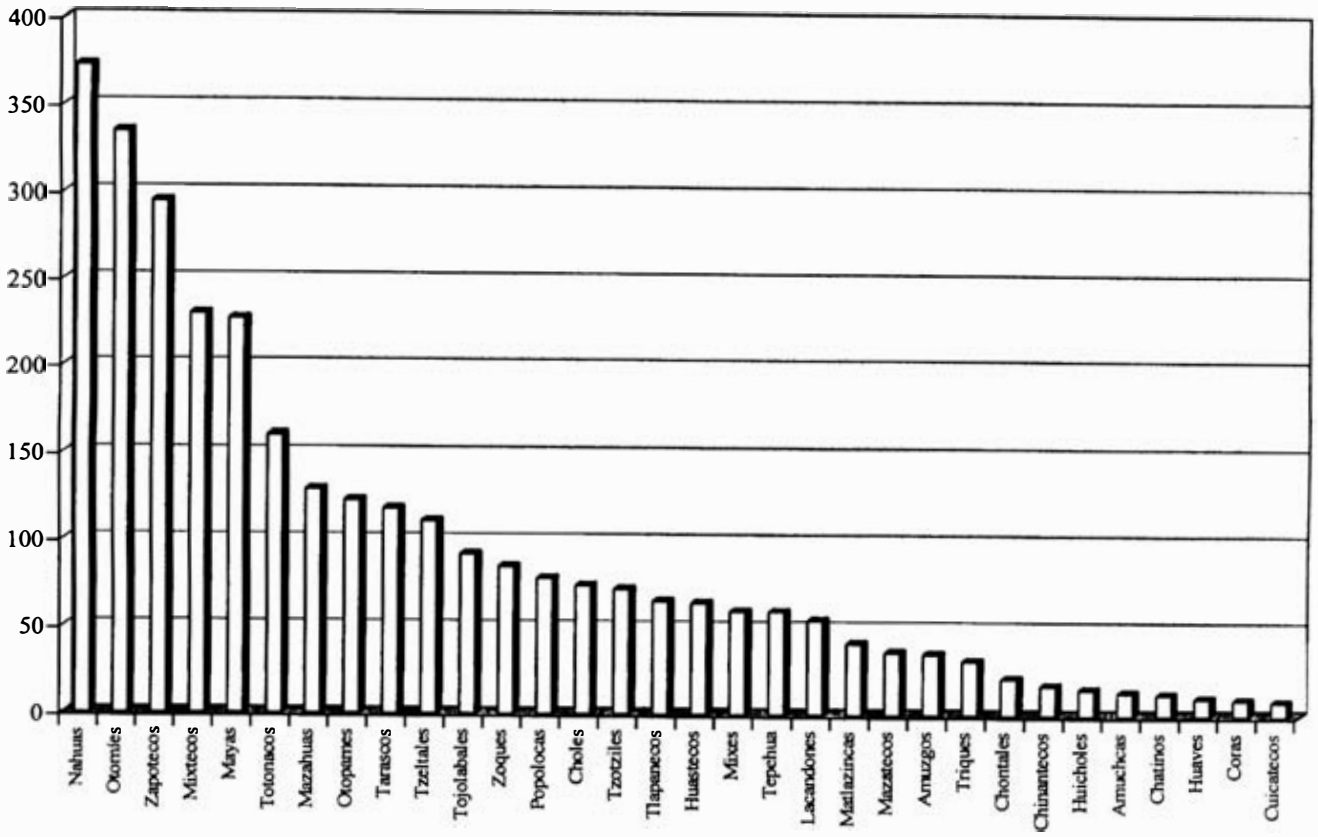

Fig. 14.20. Consumo de insectos por los diferentes grupos étnicos de México.

Cuadro 14.7. Índice relativo de consumo de cada orden en los diferentes grupos étnicos. A: Grado numérico de consumo étnico, B: especies registradas, C: índice relativo de consumo, D: posicionamiento.

Órdenes	A	B	C	D
Anoplura	2	1	2	12
Ephemeroptera	16	4	4	10
Odonata	26	6	4.30	9
Orthoptera	427	78	5.47	5
Isoptera	4	1	4	10
Hemiptera	503	90	5.59	4
Homoptera	188	38	4.95	7
Megaloptera	9	1	4.50	8
Coleoptera	598	119	5.03	6
Trichoptera	13	5	2.60	11
Lepidoptera	260	45	5.76	3
Diptera	98	15	6.53	2
Hymenoptera	925	101	9.15	1
Total	3069	504		

tera. Entre los mayas, primero está el orden Hymenoptera, luego Coleoptera, Hemiptera, Orthoptera y Lepidoptera; solo son unos casos de la diferenciación relativa del consumo de los diferentes órdenes entre las etnias.

Por otro lado, se puede advertir que algunos órdenes no se consumen entre algunas etnias, como es el caso de los Anoplura entre los nahuas, otomíes, zapotecos, mayas, totonacos, mazahuas y otros, ya que solo se registró su consumo entre los mixtecos y los triques. Algunos órdenes, como los Ephemeroptera, Odonata, Megaloptera y Trichoptera, en la mayor parte de las etnias no se consumen; los Isoptera solo se consumen por los nahuas, los otomíes, los tepehuas y los huicholes. El resto de los órdenes se consumen de una manera variada por cada etnia.

Etnias asentadas en un mismo estado consumen diferente número de especies, esto en realidad depende del lugar de asentamiento de las mis-

Cuadro 14.8. Consumo por etnia de los órdenes de insectos comestibles.

	Anp.	Eph.	Odn.	Ort.	Iso.	Hem.	Hom.	Meg.	Col.	Tri.	Lep.	Dip.	Hym.	Total
Nahuas	0	3	5	53	1	88	29	2	80	5	28	12	67	373
Otomíes	0	3	5	44	1	59	22	1	79	4	30	13	74	335
Zapotecos	0	2	2	52	0	46	19	0	65	0	23	8	78	295
Mixtecos	1	1	1	41	0	55	16	0	35	0	23	9	48	230
Mayas	0	1	3	28	0	29	13	1	48	0	18	7	79	227
Totonacos	0	1	2	24	0	22	20	0	37	0	15	9	30	160
Mazahuas	0	2	3	20	0	26	5	0	28	0	10	10	25	129
Otopames	0	1	2	18	0	28	0	1	21	4	15	5	28	123
Tarascos	0	1	2	12	0	23	7	0	25	0	11	7	30	118
Tzeltales	0	0	0	14	0	9	3	1	20	0	9	0	55	111
Tojolabales	0	0	0	11	0	9	3	0	14	0	7	0	48	92
Zoques	0	0	0	10	0	7	2	0	13	0	8	0	45	85
Popolucas	0	0	0	9	0	13	11	0	19	0	4	1	21	78
Choles	0	0	0	8	0	3	2	0	15	0	6	1	39	74
Tzotziles	0	0	0	7	0	2	3	0	12	0	7	0	41	72
Tlapanecos	0	0	0	9	0	25	3	0	6	0	4	0	18	65
Huastecos	0	0	0	9	0	11	10	0	17	0	5	1	11	64
Tepehuas	0	0	0	4	1	8	0	1	8	0	7	1	29	59
Mixes	0	0	0	12	0	7	5	0	0	0	7	4	24	59
Lacandones	0	0	0	9	0	1	0	0	19	0	2	0	23	54
Matlazincas	0	1	1	2	0	14	0	0	5	0	4	1	9	37
Mazatecos	0	0	0	1	0	1	4	0	7	0	5	2	16	36
Amuzgos	0	0	0	3	0	12	0	2	2	0	4	0	12	35
Triques	1	0	0	5	0	0	4	0	4	0	4	0	13	31
Chontales	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	1	0	15	21
Chinantecos	0	0	0	3	0	1	2	0	4	0	2	0	5	17
Huicholes	0	0	0	2	1	0	0	0	6	0	0	1	5	15
Amuchcas	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	2	8	13
Chatinos	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	8	12
Huaves	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	6	10
Coras	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	4	9
Cuicatecos	0	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	8
Mames	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
Ocuiltecos	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	6
Tarahumaras	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	0	1	6
Motozintlecos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3

mas, del ecosistema que constituye su entorno, de la disponibilidad de los recursos explotables y, quizás también, el tamaño del grupo étnico, la orografía del país, aunado al hábito entomofágico general y particular de cada una de ellas, de la composición de su sociedad y de la cercanía o lejanía de las ciudades, así como del grado de emigración de esta gente. Esto no solo sucede en México, sino en el mundo entero, en donde debido al fenómeno migratorio tan pronunciado hoy en día, los diversos grupos étnicos se han extendido más allá de los límites de su lugar de origen, derivándose una sinergia y/o una simbiosis con las etnias dominantes del lugar de asentamiento actual, al imitarse los comportamientos. La proporción del consumo de cada uno de los órdenes de insectos

utilizados como alimento por estas etnias en orden es: Hymenoptera, Coleoptera y Orthoptera los más consumidos, en algunos casos lo son también los Lepidoptera, Hemiptera u Homoptera.

En los casos donde las recolectas fueron esparcidas, aunque se muestra la gráfica correspondiente a la etnia censada, ésta no es significativa respecto a la ingestión real de estos grupos culturales, debido a la estacionalidad de las especies y, por otro lado, como esta gente solo las explota cuando son abundantes, no necesariamente durante nuestra estancia y recolecta, el número registrado no es comparable, pero es un signo de la persistencia de la entomofagia entre esos grupos étnicos y de la distribución de las especies. En el caso de algunos grupos étnicos, se muestran solo uno o dos órdenes ingeridos, pues los ejemplares fueron aportados por otros investigadores que se encontraban trabajando ahí, los que deseaban conocer la clasificación taxonómica de las mismas, indicándonos que la gente de esas zonas los consumían.

Las diferencias en el grado de consumo de insectos se podrían deberse, aparte de las previamente citadas a:

1. La época en la cual se estudiaron las diversas localidades.
2. La abundancia de la especie.
3. El número de veces que se estudió cada localidad.
4. Limitaciones de comunicación con los informantes (problemas de lenguaje y efectividad)
5. El número de informantes que participaron en estos estudios de campo.
6. Las vías de acceso y condiciones meteorológicas del momento para poder realizar nuestro trabajo.
7. La experiencia en el conocimiento entomofágico.

CONSUMO DE INSECTOS COMESTIBLES

Los insectos poseen una buena 'palatabilidad' y dan una sensación de bienestar al consumirlos, además se evitan enfermedades a través de los antibióticos que existen en su cutícula (Goodman 1989). Sus características organolépticas, como sabor, textura, olor y color, son atractivas, pues en general su textura es crujiente y no tienen olor, con excepción de los jumiles. Cuando se consumen los estados inmaduros de los insectos holometábolos, las larvas o pupas generalmente son blancas o ligeramente amarillentas y la mayoría de las especies son ingeridas así. Sus sabores son muy variables, semejándose a muchos de los sabores conocidos y aceptados por todo el mundo occidentalizado, el cual incluso varía dependiendo del aderezo que se les ponga, por lo tanto sus sabores no son desconocidos para nosotros. Algunos no poseen un sabor peculiar y toman aquel de los ingredientes con los que se los preparan (ajo, cebolla, pápalo, limón u otro), del aceite en el que se frían o bien del tipo de las especies lipídicas que posean en sus grasas. Los insectos acuáticos tienen sabor a pescado cuando están frescos y a polvo de camarón cuando están secos. Al ser el sabor el criterio principal para la selección de un alimento, en el apéndice 14.6 se muestran algunos de los sabores que poseen varios insectos.

Grado de consumo en el mundo. Si su palatabilidad es aceptable, en muchas sociedades de todo el mundo los insectos se ingieren cotidianamente y en cantidades considerables. En México no hay registros exactos de esto, por el hecho que hay que contar y pesar la comida, lo cual para esta gente puede considerarse denigrante y ofensivo. Por lo común la gente recurre a muchos organismos y plantas silvestres que consumen *in situ*, cuando están trabajando o caminando por los diferentes lugares; solo algunas veces los juntan y los llevan a su casa. Algunos autores lo han cuantificado, por ejemplo en la región de Kanaga, Zaire, una población de 2006 habitantes consume 1200 toneladas al año, que equivalen a alrededor de 50 gr/día de insectos frescos (Kitsa, 1989). Economistas belgas (Gómez *et al.*, 1961) lo estudiaron en todo Zaire y concluyeron que el 81% de la proteína animal provenía de insectos, desgraciadamente solo mencionan chapulines, larvas de mariposa y termitas, sin haberlos clasificado taxonómicamente. Por otro lado, Bahuchet (1978), estudiando la dieta de los pigmeos Aka de la Lobaye en la República Central Africana, registró que el 61% de la proteína animal ingerida está dado por una sola especie de larvas de mariposa (*Pseudanthera discrepans*) y entre los pigmeos Babinga aquella es de 58% (Bahuchet, 1980). Roulon-Doko (1998) estudiando a la etnia de los Gbáyá bodoe, también de la República Central Africana, citó que 50% de la

proteína animal proviene de los insectos y 50% de la caza. Tal vez éste puede ser el dato más certero, para ese hábitat que es la parte superior de la montaña en el bosque tropical, ya que ella vivió en esa comunidad durante 20 años e incluso contrajo nupcias con un nativo local. Recientemente, Paoletti *et al.* (2000) cuantificaron la biomasa consumida de siete especies en una población de 100 personas de los Tukanoan de Colombia, en donde fueron tres Hymenoptera, dos Coleoptera, un Lepidoptera y un Isoptera, de los cuáles consumían 341 kg por año, es decir, un promedio de 3.41 kg por persona. Se dice que los insectos son organismos pequeños, pero elementos vitales del régimen alimenticio en algunos países.

CULTIVO DE INSECTOS COMESTIBLES

El cultivo de los insectos es ínfimo en relación con el número de especies comestibles que se ingieren. Se podría pensar que cuando el recurso es muy abundante no se necesitaría un cultivo, como seguramente sucedía en la antigüedad, pues ¿para qué? Sólo podría ser para un ahorro de energía al tenerlo en un lugar conocido y cercano, o bien para tener algo de su propiedad. En la actualidad es deseable porque los insectos comestibles, no solo son importantes en la nutrición sino también en la economía de la gente, que al no contar con suficientes ingresos mercadea con los insectos comestibles.

Los cultivos de insectos comestibles más famosos, redituables y conocidos son los de la abeja de la miel (*Apis mellifera* sspp.) y las abejas sin aguijón *Melipona beecheii*, *Scaptotrigona mexicana* y *Trigona postica*. Las chinches acuáticas *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella edulis*, *C. mercenaria*, *Corisella* sp., *Notonecta unifasciata*, *Graptocorixa abdominalis*, *G. bimaculata* y *Hesperocorixa laevignata*, las cuales varían su presencia y abundancia dependiendo del tipo de agua de que se trate (Fernández, 1989). Por lo general a *Notonecta* y *Krizousacorixa* se las encuentra en complejos de especies, muchas veces de aguas alcalinas; los géneros *Graptocorixa* y *Hesperocorixa* se encuentran solos y viven en aguas limpias de jagüeyes, presas y estanques artificiales. En el caso de las mariposas, el cultivo de *Bombyx mori*, que se daba abundantemente en el Estado de Oaxaca y del que los conquistadores prohibieron su cultivo, ya que competía con la seda de sus posesiones en China, quedaron reminiscencias y en la actualidad se está extendiendo a otras partes de la República Mexicana, como San Luis Potosí. De las moscas existe el cultivo de *Ephydra hians* (acuática) y de la *Musca domestica*, conocida como gusano del queso, o el de *Drosophila*, esta última generalmente con fines científicos. En los escarabajos encontramos los de los tenebriónidos: *Tenebrio molitor*, *Tribolium confusum*, *T. castaneum* y *Zophobas morio*, de los cuales gran cantidad se emplean como alimento para mascotas.

También de algunas otras especies, como los escamoles (*Liometopum apiculatum* y *L. occidentalis var. luctuosum*), así como los gusanos rojo y blanco de maguey (*Cossus redtembacheri* y *Aegiale hesperiaris*), el gusano del madroño (*Eucheira socialis*), el gusano de los ocotes (*Hylesia frigida*), así como diversas especies de avispas de los géneros *Polybia* (*P. parvulina*, *P. occidentalis bohemani*, *P. o. nigratella*), así como las del género *Polistes* (*P. major*, *P. instabilis* y *P. canadensis*), las del género *Brachygastra* (*B. azteca* y *B. mellifica*), la del género *Mischocytarus* (*M. basimacula*), la del género *Vespula* (*V. squamosa*) y la de la familia Sphecidae. La de varias especies de abejas sin aguijón, de diversos géneros (*Trigona*, *Cephalotrigona*, *Trigonisca* y *Melipona*). La de diversas especies de cóccidos del género *Dactylopius* que se encuentran en las *Opuntia* (*D. coccus*, *D. tomentosus*, *D. indicus* y *D. confusus*). El de las chinches acuáticas de los géneros *Lethocerus* y *Belostoma*. El de los escarabajos estercoleros de la subfamilia Coprinae, *Copris* spp. y *Canthon* spp. El de algunas especies de chapulines (*Sphenarium* spp., *Taeniopoda auricornis*) y/o el grillo común (*Acheta domestica*).

Se puede decir que existen 'protocultivos', que consisten en el cuidado de los nidos al explotarlos (escamoles), cuidado de la planta huésped una vez que se detecta que existe este insecto (gusanos del maguey), cuidado del incremento de la sociedad en las avispas al recolectar los comienzos de su fundación que es cuando no pican, llevarlas a un lugar seguro o tenerlas resguardadas, incluso dentro de casas y huertos, para lograr su crecimiento y protegerlo de depredadores, lo cual se lleva a cabo de manera semejante con las bolsas de seda que contienen las larvas de la mariposa. Éstas se recolectan en el monte y las llevan a un árbol de la

especie huésped que esté cerca de su casa. En el caso de los chapulines cuidan el terreno donde éstos nacen y, en caso de falta de agua, se la proporcionan (riego por cántaro) para que los chapulines tengan qué comer, al tener un follaje abundante y sin tener que usar insecticidas; en el caso de los gusanos estercoleros en las acumulaciones de excreta de reses y otros bovinos. Como se tienen que abonar los cultivos de vez en cuando, se meten los azadones, para que no se humedezca demasiado, se airee y con ello se percatan del estado de desarrollo en que se encuentran las larvas de estos escarabajos, para que cuando estén 'sazonas', puedan sacarlas y comérselas asadas. En el caso de los grillos, dejan cebos formados por desperdicios de alimentos preparados en diferentes partes; luego los capturan con linternas o palos encendidos durante la noche. Por ello es conveniente llamarlos protocultivos, porque si bien no está formalmente constituido en un criadero, sí se les dan diversas precauciones y cuidados. Se puede decir que los criaderos formales mencionados en un principio datan de la época prehispánica y fueron puestos en punto y practicados por los antiguos mexicanos, y se transmitieron oralmente o a través del ejemplo a las siguientes generaciones. En la actualidad, desgraciadamente existen pocas tecnologías puestas a punto para el cultivo de insectos.

COMERCIO DE INSECTOS COMESTIBLES

Por un platillo de gourmet se paga lo que sea, la gente se da el lujo de pagarlo con tal de recordar aquello que es nuestro, que es familiar, que corresponde a nuestros orígenes. La exportación se da por la amplia aceptación que poseen algunas especies de insectos comestibles gusano blanco de maguey, escamoles, chicatanas, hormigas mieleras, meliponas, trigonas, chapulines, cueclas (larvas de mariposa) y ahuahutle. La demanda de estas especies de insectos comestibles, con su sabor sumamente característico o único, resulta de la emigración y constituye un mercado real y potencial de diversas especies; ello ha provocado la formación de una red de comercialización nacional o internacional (Ramos-Elorduy & Conconi, 1994; Ramos-Elorduy, 1997a). Hasta la fecha hemos detectado que en México se comercializan regularmente 95 especies de insectos comestibles, como se puede observar en el cuadro 14.9.

Los animales se venden en los tianguis, en los días de mercado de diferentes poblados, y/o en

Cuadro 14.9. Insectos comestibles comerciales en México.

Tipo de insecto	No. spp.	Forma de venta
Libélulas (náyades)	2	Hervidas
Chapulines (ninfas y adultos)	15	Asados o preparados
Chinches acuáticas y sus huevecillos (ninfas y adultos)	10	Secos o en tamales
Chinches terrestres (ninfas y adultos)	3	Secas
Jumiles (chinches apestosas) (ninfas y adultos)	15	Vivos
Cigarras (recién emergidas)	3	Hervidas
Piojos harinosos del nopal	4	Frescos
Escarabajos (larvas)	6	Vivas o asadas
Mariposas (larvas)	12	Secas, en salmuera o vivas
Moscas (larvas)	3	Vivas o secas
Abejas (larvas y pupas)	11	Frescas
Hormigas (larvas y pupas y adultos de obreras y de reproductores)	6	Frescas o asadas
Panales de avispa (con o sin miel)	5	Todo el panal lleno de estados inmaduros y ocasionalmente adultos
Total	95	

los mercados municipales. También se ofrecen de puerta en puerta en los pueblos y ciudades pequeñas. Se venden vivos, secos, frescos, preparados para comerse o en frascos de vidrio incluidos en algún jarabe (chicatanas en Yucatán). Por lo común se venden bajo medidas locales: el almud (en Oaxaca), litro (Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo y Puebla), en cazuelitas de diversas tallas (Oaxaca y Puebla), en latas vacías de atún o de sardina (Estado de México, Puebla e Hidalgo), en bolsitas de plástico (Guerrero), o bien simplemente por puños. Rara vez se venden por peso, lo que quizás se debe a que los insectos ocupan más volumen que peso.

Los precios de los insectos comestibles han variado a lo largo del tiempo, al igual que como sucede con cualquier otro alimento; a veces el incremento es bastante superior, como pasa en el caso de los insectos más cotizados y con mayor mercado, en tal caso se encuentran los escamoles, gusanos blanco y rojo del maguey, jumiles, chicatanas y otros.

LOS INSECTOS COMESTIBLES COMO SIGNO DE IDENTIDAD NACIONAL

La globalización y la cada vez menor particularización de los hábitats, la cada vez mayor orientación hacia las sociedades de consumo y con ello la generalización, en el vestir, en el comer y en el vivir, ha provocando que la gente se adapte en apariencia y adopte como suyos patrones de vida que, aunque les proporcionan mayor confort, los pone en un dilema. No se toman en cuenta otros atributos de la vida como son la calidad de ésta, la salud y la armonía. Ello ha ocasionado que la gente se despersonalice y así pierda sus valores, sus arraigos, desconozca u olvide sus orígenes, sus raíces, conllevando así a una desorientación, una falta de identidad personal y de grupo, un desconcierto existencial, una lucha entre una y otra forma de ser, actuar, creer, sentir y comportarse, una lucha entre su interior y el medio de donde vive, el cual lo abruma y, entonces, viene una clase de mestizaje, de sincretismo, una conjunción, en donde como se dice comúnmente, ni son de aquí, ni son de allá.

Con recursos alimenticios tan peculiares como los insectos, que por ser elementos menos o poco conocidos en los lugares a donde estas personas migran, por ser artículos propios de su etnia o país, por representar diversos aspectos en su psiquis, por el significado que poseen y por no encontrarse en el abasto de la localidad que habitan, su consumo, así como el compartirlos y las remembranzas que les provocan, les hacen ser medio de identidad cultural de su país, sus parentescos. Ello les da bases para afirmarse, sentirse seguros e identificados (Ramos-Elorduy, 1996a).

Incluso existe el hecho que aunque quizás no en la misma proporción, al emigrar se llevan consigo algunas especies de insectos comestibles, como sucede con el chile o alguna otra cosa muy querida. Los mismos padres o la madre les preparan una porción para que se la lleven, la paladeen, la disfruten, llevando con ello una carga afectiva enorme, y, por lo tanto, una identidad, una relación de parentesco marcada, un origen común, una fuerza inherente interna, una sensación de compañía, de ayuda, de protección, de compañerismo, de comprensión. Porque por ejemplo, éste o aquel sí se puede dar cuenta, porque a mi me gusta esto o yo prefiero aquello, o el significado que algo tiene para mí, o simplemente los recuerdos que acarrea, las aventuras o experiencias vividas, o bien quizás también anheladas. Existe, pues, una identificación, una misma manera, de la misma familia, de la misma clase.

Los insectos como un alimento restringido, por la particularidad de los hábitats que ocupan, por su distribución geográfica a través del mundo no globalizado, comercializados solo a baja escala, y en algunas ocasiones muy cotizados, constituyen un código de reconocimiento, de unidad, de similitud de amalgamamiento y con ello de identidad nacional. De todo ello tenemos varios ejemplos a través del mundo (Ramos-Elorduy, 1996a).

VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS COMESTIBLES

Para conocer el valor nutritivo de los insectos comestibles, realizamos análisis químicos y pruebas biológicas variadas, las que fueron desde un sencillo análisis bromatológico hasta el uso de aparatos más sofisticados como el HPLC, cromatografía de gases, cromatografía de absorción atómica, etc.,

así como pruebas biológicas usando ratas de la cepa Wistar. Interesándonos sobremanera su contenido en proteínas, por el trascendente papel que éstas desempeñan en el organismo y la energía que proporcionan. La desnutrición en el país es de índole proteínico-calórico principalmente, por ello estudiamos otros parámetros, que si bien el organismo las requiere en mucho menor cantidad estos componentes son indispensables para su buen funcionamiento.

Proteínas. La cantidad total de proteínas que los insectos comestibles albergan es expresada en base seca, de manera que se puedan comparar con los productos convencionales de obtención proteínica. La proporción que albergan varía dependiendo de que la especie pertenezca al ámbito terrestre o acuático (ya que éstos tiene un contenido mayor de agua en su cuerpo), al estado de desarrollo comestible y de la forma de ingestión (vivos o procesados).

El intervalo que cubren expresado en porcentaje es muy amplio, pues va de 9.45% que alberga la hormiga mielera (*Myrmecocystus melliger*) a 81% que contiene una avispa adulta del género *Polybia* de la Sierra Mixteca de Oaxaca. El promedio de la mayoría de las especies estudiadas se encuentra en una proporción que va de 55 a 70% (Ramos-Elorduy *et al.*, 1984). El contenido general en los diferentes órdenes se muestra en el cuadro 14.10. Los insectos se colocan bien al ser comparados con la cantidad que tienen los productos convencionales, solo el pescado se encuentra entre las más altas proporciones (Fig. 14.21). Los intervalos de variación en cantidad de proteínas de los insectos comestibles en general son grandes, sobre todo el

Cuadro 14.10. Porcentaje de proteínas de insectos comestibles de México.

Órdenes	%
Orthoptera	52-77
Hemiptera	36-71
Homoptera	33-72
Coleoptera	30-69
Lepidoptera	34-71
Diptera	35-61
Hymenoptera	10-81

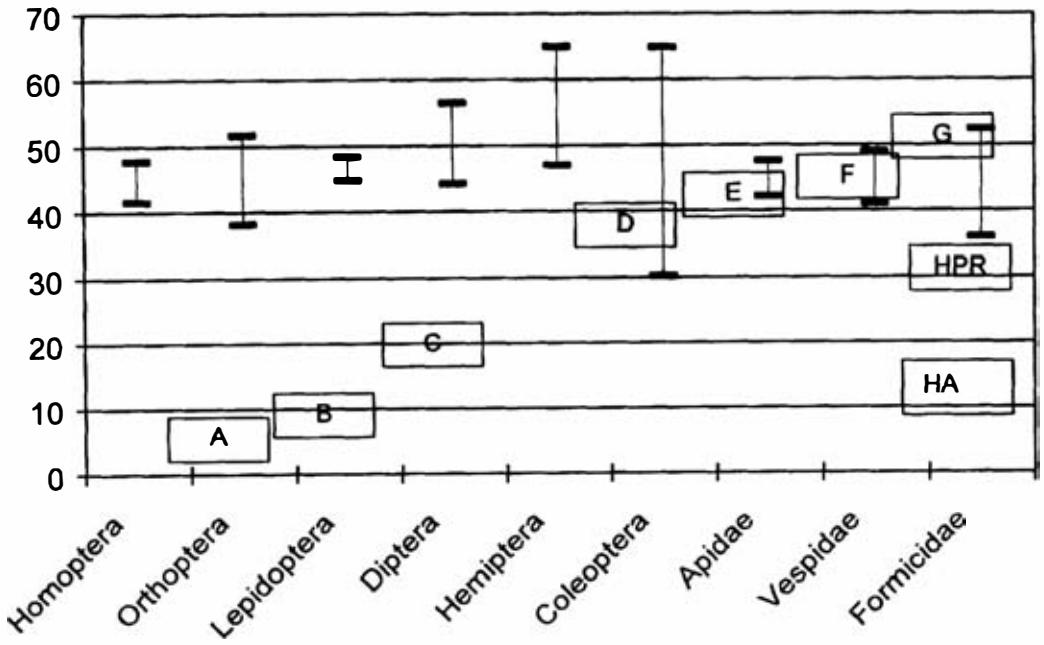

Fig. 14.21. Intervalo del contenido total de aminoácidos esenciales que albergan diferentes órdenes de insectos comestibles de acuerdo con el contenido para cada especie en cada uno de ellos (Datos tomados de Conconi, 1993) A= Frijol, B = Lenteja, C= Soya, D = Pescado, E = Pollo, F = Res, G = Huevo, HPR = Patrón WHO/FAO/UNU (1985) preescolares y HA adultos.

correspondiente a los Coleoptera que presenta mayor variación; el que tiene el intervalo menor es el de los Hymenoptera, que es el orden que abarca el mayor número de especies comestibles.

Los productos convencionales se encuentran comprendidos en el intervalo inferior de los insectos, con excepción de la carne de res que se encuentra en la parte superior del mismo intervalo y del pescado que en su contenido proteínico supera al de todos los insectos comestibles estudiados, con un porcentaje de proteínas igual al de la avispa del género *Polybia* de la mixteca oaxaqueña (81%). Sin embargo, en el mercado se pueden encontrar productos alimenticios que preconizan poseer elevadas cantidades de proteínas, como por ejemplo la gelatina, la galantita y otros. ¿Entonces, por qué promover otros alimentos? Debido a que la importancia de una proteína estriba no solo en la cantidad sino en su calidad, y la calidad depende de la cantidad de los aminoácidos que las conforman. Éstos se dividen en esenciales, que son los que no podemos formar durante nuestro metabolismo, y no indispensables, porque los podemos formar durante el mismo. Los primeros se comparan contra un patrón elaborado por la WHO/FAO/UNU (WHO, World Health Organization, FAO, Food Alimentary Organization, UNU, Universidad de las Naciones Unidas) para preescolares y para adultos, siendo el último de 1985, establecido de acuerdo con los últimos estudios de la fisiología humana basados en los requerimientos de los aminoácidos esenciales necesarios para las funciones inherentes a nuestra especie. Éstos son de capital importancia en el buen funcionamiento y en la supervivencia de los seres humanos ya que son pilares de la construcción, reparación, neutralización, formación y funcionamiento del organismo.

En el cuadro 14.11 se advierten ejemplos de aminogramas de algunas especies de insectos comestibles de Oaxaca, en donde cabe destacar que las cantidades que estas especies presentan para cada aminoácido se encuentran dentro de las cifras marcadas por el patrón citado para los aminoácidos esenciales o incluso las sobrepasan en la mayoría de los aminoácidos. Las excepciones son: el triptófano en general, en donde en el caso de los preescolares algunas especies no alcanzan el valor señalado para él, en otras especies menos numerosas es la metionina la deficiente ligeramente y, en otras más, que son muy pocas, la lisina es la que falta. Estos aminoácidos son los que dan la calificación química de la especie en relación con la calidad proteínica. En el caso de los adultos, los valores de insectos comestibles cumplen con los requerimientos dados por dicho patrón de cada uno de los aminoácidos esenciales, en donde además se puede ver la cantidad que de éstos posee cada especie y el total de los señalados por el patrón. La calificación química se obtiene dividiendo el contenido del aminoácido más limitante en la proteína entre el contenido de la proteína patrón en este aminoácido y se multiplica por 100. El máximo valor posible es 100%. En el cuadro 14.12 se muestra la calificación química de los insectos comestibles estudiados.

En la siguiente gráfica (Fig. 14.22) podemos apreciar la posición de los diferentes órdenes de insectos comestibles respecto a los productos convencionales y las cantidades arrojadas por el patrón para el total de aminoácidos esenciales que albergan. En esta figura podemos apreciar que en general los insectos se colocan alto, poseen un promedio de 40 a 55 mg, lo cual sobrepasa la cantidad que albergan los productos de origen vegetal (frijol, lenteja y soya). Al compararlos con otros productos de origen animal, se observa que la carne de res también se encuentra con cantidades más bajas que la mayoría de las especies de insectos comestibles estudiados. La carne de pollo se encuentra abajo en la parte inferior del valor más bajo que albergan los insectos. Respecto al huevo, éste se encuentra entre 40 a 48 mg sobrepasándolo algunas especies de dípteros hemípteros, coleópteros e himenópteros (Formicidae). En relación con el pescado, éste se localiza en alrededor de 52 mg, sucediendo algo semejante al caso anterior. Además, las cantidades no son uniformes en cada uno de los órdenes de insectos comestibles. Las especies pertenecientes al orden Lepidoptera y las de Apidae son las que menor intervalo de variación presentan y el mayor lo tienen los coleópteros y en un menor grado los hemípteros. Se puede concluir que la mayoría de los insectos son ricos en proteínas y sobre todo en aminoácidos esenciales. La desgracia en el caso de estos compuestos es que no existen sitios de almacenamiento de ellos en el cuerpo, por lo que

Cuadro 14.11. Contenido de aminoácidos en los insectos comestibles de Oaxaca. Datos tomados de Ramos-Elorduy *et al.* (1997).

	Sphenarium histrio	*Sphenarium purpurascens*	*Thasus gigas*	*Scyphophorus acupunctatus*	*Arsenura armida*	*Xyleutes redtembacheri*	*Phasus sp.*	*Copestylum haggi*	*Atta mexicana*	*Apis mellifera*	*Trigona sp.*	*Brachygastra azteca*	*Brachygastra mellifica*	*Vespula squamosa*	*Polybia occidentalis bohemani*	*Polybia parvulina*	*Polistes instabilis*	*WHO FAO UNU 1985*	
Aminoácidos esenciales																		**P.E**	**AD.**
Isoleucina	5.35	4.23	4.27	4.83	4.39	5.11	4.67	4.08	5.37	4.14	4.87	5.18	4.41	4.93	4.59	4.77	6.43	2.80	1.30
Leucina	8.75	8.92	6.94	7.84	6.98	7.93	8.09	7.49	8.07	6.64	7.32	8.59	7.84	6.37	7.89	7.81	11.50	6.60	1.90
Lisina	5.76	5.73	4.54	5.46	5.41	4.97	5.76	5.32	4.91	6.09	7.31	6.12	3.65	5.18	7.49	7.45	4.33	5.80	1.60
Metionina +	2.09	2.55	3.63	2.09	2.43	2.17	2.23	1.91	3.47	2.58	1.33	1.45	1.82	1.74	2.11	2.49	2.18		
Cisteina	1.38	1.89	2.45	2.23	1.99	1.36	1.39	1.83	1.55	0.92	2.39	1.64	2.05	2.83	2.92	2.95	1.73		
Total de a.a. sulfurados	3.47	4.44	6.08	4.32	4.42	3.53	3.62	3.74	5.02	3.50	3.72	3.09	3.87	4.57	5.03	5.44	3.91	2.50	1.70
Fenilalanina +	11.74	10.39	14.4	4.67	9.34	9.38	7.21	5.48	8.84	7.08	7.53	4.19	4.01	4.97	3.35	3.43	4.29		
Tirosina	7.34	6.38	5.82	6.47	5.25	5.32	9.50	6.67	4.73	4.18	6.49	6.56	7.51	6.34	5.67	5.91	6.68		
Total a.a. aromáticos	19.08	16.77	20.2	11.1	14.5	14.7	16.7	12.1	13.5	11.2	14.0	10.7	11.5	11.3	9.02	9.34	10.9	7.40	2.40
Treonina	4.07	3.17	3.62	4.03	4.29	4.76	3.81	4.90	4.33	4.46	4.88	4.46	4.41	4.46	4.07	4.19	4.93	3.40	0.90
Triptofano	0.60	0.65	0.58	0.81	0.43	0.60	0.43	0.71	0.60	0.7	0.58	0.72	0.74	0.75	0.73	0.72	0.67	1.10	0.50
Valina	5.13	5.72	6.25	6.27	4.82	6.17	5.71	6.17	6.43	5.91	5.34	6.45	5.42	5.75	5.97	6.13	6.71	3.50	1.30
Histidina	1.91	2.22	2.04	1.54	2.98	1.65	2.59	2.91	2.56	3.31	2.27	2.88	3.60	3.04	3.06	3.27	2.29	1.90	1.60
Total a.a. esenciales	54.12	51.85	54.54	46.24	48.31	49.42	51.39	47.47	50.86	46.01	50.31	48.24	45.46	46.36	47.85	49.12	51.74	35.00	13.20
Aminoácidos no esenciales																			
Acido aspártico	9.32	8.74	6.65	9.17	8.92	10.7	10.7	10.2	9.04	9.82	9.85	8.48	8.61	8.46	8.42	7.65	7.46		
Serina	5.13	4.86	4.53	6.65	4.62	6.28	3.88	5.24	4.46	4.89	3.82	4.55	4.22	4.33	4.59	4.46	5.14		
Acido glutámico	5.33	10.72	10.34	15.73	12.45	10.57	13.09	12.95	10.45	13.81	13.58	16.43	16.07	15.09	12.91	13.36	12.51		
Prolina	7.25	6.23	5.78	5.49	7.03	5.91	5.65	5.29	7.95	7.53	6.84	6.49	7.13	7.79	6.37	6.55	7.78		
Glicina	5.38	6.85	7.02	6.17	6.25	5.53	4.18	6.83	6.65	5.84	5.71	6.79	6.72	7.57	7.19	7.28	7.35		
Alanina	7.66	6.48	7.74	6.52	6.86	6.54	6.28	6.49	6.61	5.55	4.93	5.89	6.12	5.87	6.53	6.45	6.02		
Arginina	6.61	6.04	4.12	4.47	6.39	6.04	5.78	6.35	4.73	6.44	6.03	4.49	5.71	4.26	5.74	5.72	3.41		
Total a.a. no esenciales	48.59	52.14	48.2	55.7	55.5	53.2	52.2	56.3	52.4	57.1	53.0	56.0	58.1	56.4	54.8	54.7	51.9		

Cuadro 14.12. Calificación química de algunas especies de insectos comestibles de México. Tomado de Ramos-Elorduy *et al.* (1997).

Especie	%	Aminoácido limitante	Especie	%	Aminoácido limitante
Hoplophorion monograma	79	Histidina	*Sphenarium histrio*	55	Triptófano
Scyphophorus acupunctatus	72	Triptófano	*Boopedon flaviventris*	55	Triptófano
Polistes instabilis	72	Triptófano	*Xyleutes redtembacheri*	55	Triptófano
Copestylum anna y *C. haggi*	64	Triptófano	*Pachilis gigas*	55	Triptófano
Polybia occidentalis bohemani	64	Triptófano	*Trigona* sp.	55	Triptófano
Brachygastra azteca	64	Triptófano	*Ahuahutle*	55	Triptófano
Vespula squamosa	64	Triptófano	*Euschistus egglestoni*	52	Lisina
Polybia parvulina	64	Triptófano	*Parachartegus apicalis*	45	Triptófano
Apis mellifera	64	Triptófano	*Edessa petersii*	45	Triptófano
Sphenarium purpurascens	64	Triptófano	*Hylesia frigida*	45	Triptófano
Callipogon barbatus	64	Triptófano	*Ascalapha odorata*	36	Triptófano
Brachygastra mellifica	62	Lisina	*Phasus* sp.	36	Triptófano
Umbonia reclinata	55	Triptófano	*Arsenura armida*	36	Triptófano
Atta mexicana	55	Triptófano	*Axayacatl*	16	Metionina + Cisteína

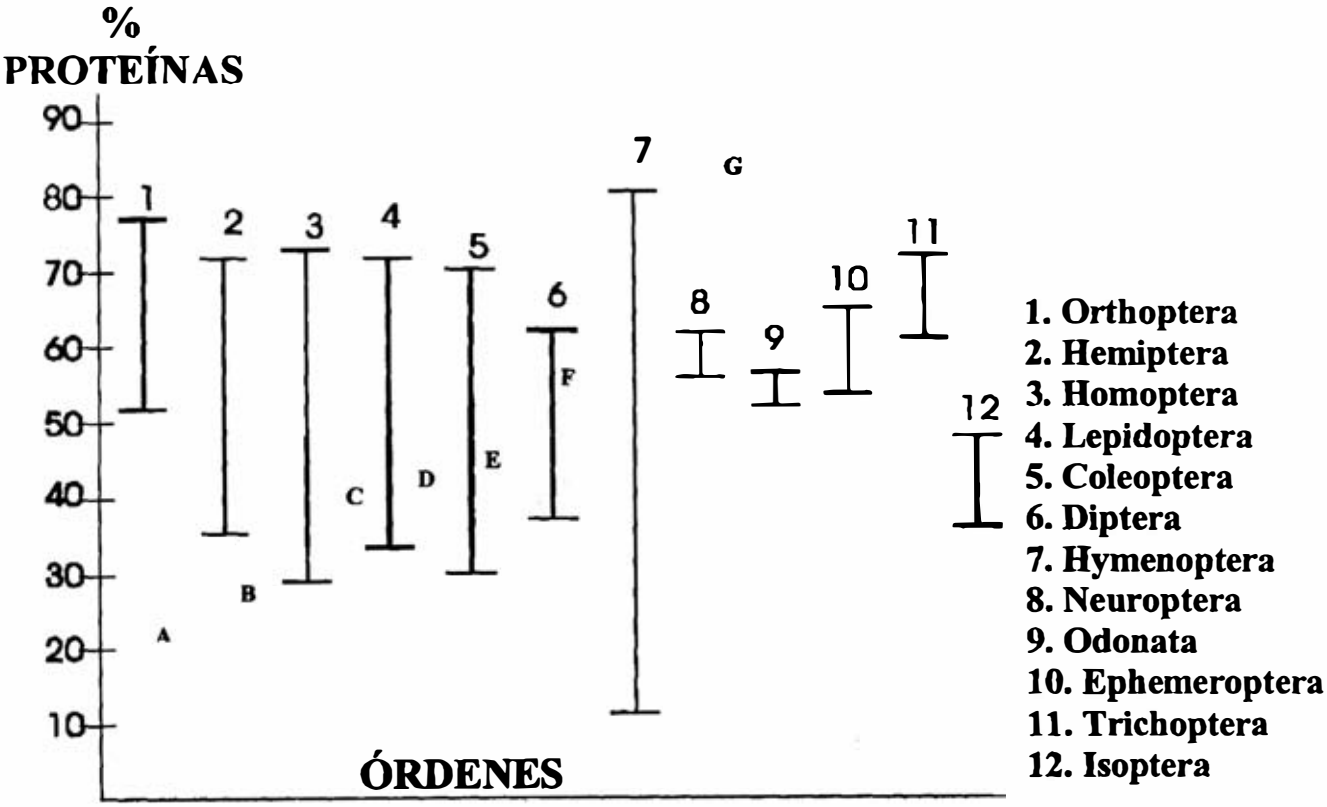

Fig. 14.22. Porcentaje de proteínas que albergan diferentes órdenes de insectos comestibles, de acuerdo con el contenido en cada especie de cada uno de ellos (Tomada de Ramos-Elorduy, 1997a) A= Frijol, B = Lenteja, C= Soya, D = Pollo, E = Huevo, F = Res, G = Pescado.

si una proteína no es equilibrada en su contenido de aminoácidos esenciales, solo se utilizan aquellas cantidades en donde éstos se encuentren equilibrados y el resto se desecha.

Grasas. Las grasas son el parámetro que mayor cantidad de energía aporta a la dieta y esto es muy importante por la deficiencia que existe en el régimen alimenticio de la mayor parte de los mexicanos. Su papel es fundamental, ya que las proteínas no pueden asimilarse si no existe la cantidad de energía suficiente en la dieta. Ésta se expresa en términos de kilocalorías (Kcal) o de kilojoules. En el cuadro 14.13 se muestra el intervalo calórico de los insectos comestibles. Éste va de 270 a 770 Kcal, señalando también que el mayor porcentaje de insectos comestibles se encuentra entre 470 y 570 Kcal/100 g, en donde se puede apreciar que son pocas las especies que ocupan intervalos superiores e inferiores con excepción de aquellos de 370 a 470 Kcal, en donde se encuentra casi el 36% de los insectos comestibles estudiados (ver también Cuadro 14.14). En el cuadro 14.15 se puede ver la posición de los insectos comestibles respecto a los productos convencionales principales y más alimenticios en México. El intervalo de contenido de calorías, varía de una especie a otra (Cuadros 14.14-15).

Si se analiza esto en cada uno de los órdenes (Cuadro 14.14), se advierte que existe una variación importante dependiendo de la especie; la mayor amplitud la presenta el orden Lepidoptera, cuyo intervalo va de 293.43 a 776.85 Kcal, esto significa que la diferencia entre uno y otro extremo es cercano a 500 Kcal (483.42 Kcal), en los Coleoptera éste es de 370.28 Kcal, el de los Hemiptera es de 300.02 Kcal y el de los Diptera es de 281.66 Kcal; éstos son los órdenes donde existen variaciones mayores. Los insectos pertenecientes a los órdenes acuáticos (Odonata, Ephemeroptera, Neuroptera o Megaloptera) presentan diferencias menores, quizás esto se deba a que el número de especies registradas es menor y en general cada uno de ellos se recolectó en cuerpos de agua semejantes. En el caso de las mariposas diurnas y nocturnas, no es asombroso encontrar esta cantidad de calorías, ya que se consumen las larvas, las cuales acumulan mucha grasa, y entre hembras y machos son notables las diferencias.

Cuadro 14.13. Frecuencia de los insectos comestibles de México en relación con el aporte calórico (Ramos-Elorduy, 2000b).

Intervalo calórico Kcal/100 g	% Insectos
270-370	13.30
370-470	35.95
470-570	40.18
570-670	7.45
670-770	3.17

Cuadro 14.14. Intervalo de calorías de diversos órdenes de insectos comestibles (Ramos-Elorduy, 2000b).

Orden	Kcal/100 g	Dif. en el interv.
Odonata	431.36 a 519.76	88.40
Ephemeroptera	353.80 a 355.40	1.60
Orthoptera	336.37 a 437.69	101.32
Isoptera	347.00 a 508.00	161.00
Hemiptera	328.99 a 629.01	300.02
Homoptera	394.14 a 469.49	75.35
Neuroptera	331.69 a 366.45	34.76
Lepidoptera	293.43 a 776.85	483.42
Coleoptera	282.74 a 653.02	370.28
Diptera	216.94 a 498.60	281.66
Hymenoptera	380.06 a 561.37	181.31

En general los insectos holometábolos presentan el intervalo de mayor variación y quizás se debe a que, si bien en muchos casos se consumen las larvas, en otros larvas y pupas, y en otros los adultos, y en los insectos sociales los adultos de la clase obrera o de la reproductora; con cada fase o forma se presentan diferentes regímenes alimenticios: fitófagos, coprófagos, carnívoros, xilófagos, omnívoros o otros. Desde el punto de vista de los parámetros primarios, los Hymenoptera son los más estables y presentan poca variación. Se puede observar que en muchos casos sobrepasan los contenidos de los productos convencionales de alimentación (Cuadro 14.15), de suerte que la mayoría de estos insectos proveen la energía necesaria para llevar a cabo las diferentes tareas y las funciones orgánicas (Ramos-Elorduy & Pino, 1990b).

Las especies de insectos comestibles presentan variación y en muchos casos sobrepasan las calorías dadas por los productos convencionales de alimentación. Se puede decir que de las 100 espe-

Cuadro 14.15. Contenido calórico de insectos comestibles de México comparados con productos vegetales y animales.

Especies y alimentos convencionales	kilojoules
Phasus triangularis E.	3250.34
Carne de puerco	2948.46
Polistes instabilis	2866.04
Phasus sp.	2838.89
Arophalus sp.	2732.24
Chalcophora sp.	2682.32
Phasus trajesa	2654.71
Edessa sp.	2597.89
Comadia redtembacheri	2570.61
Aegiale hesperiaris	2479.23
Oileus rimator	2400.66
Melipona beecheii	2379.73
Liometopum occidentale var luctuosum (escamol de reproductores)	2348.77
Paxillus leachi	2336.68
Neodiprion guilletei	2332.71
Scyphophorus acupunctatus	2323.79
Atta mexicana	2321.49
Passalus af. *punctiger*	2309.94
Euschistus sp.	2308.56
Euschistus strennus	2306.97
Tenebrio molitor (pupas)	2301.07
Euschistus egglestoni	2290.82
Liometopum apiculatum (escamol de reproductores)	2240.28
Acantocephala luctuosa	2236.89
Edessa conspersa	2226.35
Trichodres pini	2221.54
Danaus plexippus	2215.18
Synopsia mexicanaria	2193.46
Pogonomyrmex sp.	2187.27
Brachygastra mellifica	2185.47
Tenebrio molitor (larvas)	2186.60
Periplaneta sp.	2174.68
Euschistus taxcoensis	2159.57
Laniifera cyclades	2147.81
Heliothis zea	2145.64
Liometopum occidentale var luctuosum (escamol de obreras)	2124.22
Aplagiognathus sp.	2380.19
Atta sp.	2117.40
Liometopum apiculatum (escamol de obreras)	2086.31
Musca domestica	2086.14
Thasus gigas (ninfas)	2083.42
Vespula squamosa	2049.91
Polybia (larvas)	2020.58
Brachygastra azteca	2013.36
Apis mellifera (pupas)	1989.95
Apis mellifera (larvas)	1988.66

Cuadro 14.15. Continuación.

Especies y alimentos convencionales	kilojoules
Callipogon barbatum	1982.22
Mischocytarus basimacula	1979.79
Polybia sp. (pupas)	1979.37
Metamasius spinolae	1968.66
Umbonia reclinata	1964.35
Polybia occidentalis bohemani	1948.22
Polybia parvulina	1933.76
Liometopum apiculatum (pupa de reproductores)	1931.63
Hylesia sp.	1926.98
Soya	1944.74
Copestylum anna y *C. haggi*	1923.34
Brachymona archana tenebrosa	1873.97
Thasus gigas (adultos)	1863.68
Polybia occidentalis nigratella	1861.09
Eucheira socialis	1835.94
Catasticta teutila	1833.43
Romalea colorata	1831.29
(*Melanoplus?*) *Sphenarium mexicanum*	1825.77
Anax sp.	1804.68
Zapidrion vallicola	1795.23
Melolontha sp.	1767.70
Tibicen pruinosa	1767.24
Garbanzo	1763.94
Homolepta sp.	1753.51
Ascalapha odorata	1753.51
Carne de res	1735.94
Romalea sp.	1726.28
Apis mellifera (miel)	1695.91
Sphenarium purpurascens	1692.14
Rhantus sp.	1679.88
Proarna sp.	1679.21
Myrmecocystus melliger	1676.45
Chícharo	1673.18
Lenteja	1644.40
Hoplophorion monograma	1649.08
Pescado	1662.30
Frijol	1637.40
Sphenarium sp.	1644.48
Atta cephalotes	1633.64
Liometopum apiculatum (larvas)	1609.86
Haba	1624.23
Polybia sp. (adultos)	1590.17
Trimerotropis sp.	1585.99
Melanoplus mexicanum y *Encoptolophus herbaceus*	1575.36
Arphia falax, Sphenarium sp. y *Boopedon* aff. *flaviventris*	1574.27

Cuadro 14.15. Continuación.

Especies y alimentos convencionales	**kilojoules**
Hylesia frigida	1555.19
Maíz	1548.08
Avena	1522.98
Arroz	1510.42
Verduras	1506.24
Boopedon flaviventris, Sphenarium sp. y *Melanoplus mexicanum*	1516.87
Sphenarium histrio=bolivari	1516.74
Arsenura armida	1487.83
Abedus ovatus	1477.62
Axayacatl	1450.84
Sorgo	1430.93
Plectrottetia nobilis, Sphenarium bolivari, S. purpurascens y *Melanoplus* sp.	1407.37
Ahuahutle	1401.10
Trigo	1397.46
Centeno	1397.46
Teosintle	1380.72
Ephydra hians	1331.60
Musca domestica (pupas)	1280.51
Latebraria amphipyrioides	1227.30
Phyllophaga sp.	1182.98
Carne de pollo	688.69

cies consideradas, el 1% de los insectos sobrepasa las calorías dadas por la carne de puerco; el 71% de ellos las de la res, el 78% las del pescado y el 100% las del pollo. Eso en cuanto a productos convencionales de origen animal. Respecto a los de origen vegetal, el 50% de los insectos estudiados sobrepasa las calorías que aporta la soya, el 69% las que otorga el garbanzo, el 77% de los insectos posee una cantidad de calorías superior a las del chícharo y la lenteja, el 78% a las del frijol, el 81%, las del haba, el 89% las que poseen el maíz, la avena, el arroz y varias verduras, 93% las que da el sorgo, 95% las que aportan el trigo, el centeno y el teosintle, con lo que se corrobora lo altamente energéticos que son los insectos. En el cuadro 14.16 se puede advertir que las diferencias en el intervalo de contenido calórico de los vegetales son pequeñas, mientras que las de la carne son muy grandes (540.3 Kcal).

Los ácidos grasos son cadenas de hidrocarburos rectas que terminan en un grupo carboxilo y un metilo en el otro. Existen 24 ácidos grasos comunes, con diferente longitud de cadena y también en grado y naturaleza de saturación. Los de cadena corta se refieren a los ácidos grasos con seis carbonos o menos, como el ácido butírico que se encuentra en la mantequilla. Los de cadena media contienen entre ocho y 12 carbonos y suelen encontrarse en grasas sintéticas. Los ácidos de cadena larga contienen hasta 27 carbonos, y los más comunes son los de una cadena de 16 ó 18 carbonos de longitud. Casi todas las grasas naturales principalmente están formadas por estructuras de cadena larga o triglicéridos.

Las propiedades de los triglicéridos dependen de la proporción y estructura química de sus ácidos grasos constituyentes. Las propiedades de los glicéridos también dependen del número omega y la posición de los ácidos grasos en la molécula de glicerol. Debido a su alta densidad de energía y baja solubilidad, en el tejido adiposo los triglicéridos son la forma principal de almacenamiento de energía total de las células. Las grasas ayudan en el transporte y absorción de las vitaminas

Cuadro 14.16. Intervalo de contenido de calorías de diversos productos alimenticios convencionales.

Producto	Kcal (mín.)	Kcal (máx.)	Dif. en el intervalo
Vegetales			
Cereales	330	370	40
Verduras	307.9	351.7	43.8
Leguminosas	388.2	421.4	33.2
Animales			
Carnes	164.6	704.7	540.3

liposolubles; deprimen las secreciones gástricas y retrasan el tiempo de vaciamiento del estómago. Además, la grasa añade sabor a la dieta y produce sensación de saciedad después de una comida.

Aunque todas las grasas de los alimentos contienen una combinación de ácidos grasos, las de animales tienden a ser más saturadas, en tanto que las vegetales son primordialmente insaturadas. La grasa de los productos alimenticios de animales herbívoros (carne, leche de vaca y cordero) es más saturada y, en consecuencia, más dura que las grasas de puerco y aves de corral. Los sabores de las diferentes grasas determinan los sabores únicos de los distintos tipos de carne. Los ácidos grasos del pescado básicamente son cadenas largas (20 a 22 carbonos) y altamente insaturados, como una gran parte de ellos en la forma omega-3.

Casi todas las grasas naturales consisten en 98 a 99% de los triglicéridos, que a su vez principalmente están constituidos por ácidos grasos. El 1 o 2% restante incluye huellas de monodiglicéridos y diglicéridos, ácidos grasos libres, fosfolípidos y sustancias no saponificables que contienen esteroles. En este grupo también se incluyen las vitaminas liposolubles. Un ácido graso con una cadena de carbono que contiene todo el hidrógeno que pueda incluir se denomina ácido grado saturado. Un ácido graso insaturado contiene uno o más dobles enlaces en los que es posible unir átomos de hidrógeno adicionales. Los ácidos grasos monoinsaturados sólo contienen un doble enlace. Los ácidos grasos poliinsaturados contienen dos o más dobles enlaces. Hay dos clases de ácidos grasos esenciales poliinsaturados (polyunsaturated fatty acids, PUFA): omega-6 (18:2) y omega-3 (18:3). Los ácidos linoleico, alfa-linolénico y araquidónico se denominaron al inicio 'esenciales' porque se pensaba que no los sintetizaba el hombre y, en consecuencia, debían recibirse en la dieta. Sin embargo, hoy se sabe que el ácido araquidónico puede sintetizarse a partir del ácido linoleico. Los ácidos grasos con actividad esencial de ácidos grasos (essential fatty acids, EFA) se encuentran en los ésteres del colesterol y los fosfolípidos en plasma y en las lipoproteínas mitocondriales. También son precursores de las prostaglandinas, tromboxanos y prostaciclinas, un grupo de compuestos tipo hormonas que participa en la regulación de la presión arterial, frecuencia cardiaca, dilatación vascular, coagulación de la sangre, lipólisis, respuestas inmunológicas y en el sistema nervioso central. Todos los PUFA tienen acciones importantes en el transporte y metabolismo de las grasas, las funciones inmunológicas y la conservación de la función e integridad de las membranas celulares. Los ácidos grasos omega-3 de interés nutricional incluyen el ácido alfa-linoleico (C18:3w-3) (alpha-linolenic acid, LNA). El LNA se encuentra en las hojas de plantas y algunos aceites de semillas de vegetales, entre las que cabe mencionar las semillas de lino, nabo silvestre (canola) y frijol de soya. Desde el punto de vista metabólico, disminuyen la producción hepática de triglicéridos y apolipoproteínas B. Los ácidos grasos omega-3 se relacionan con el riesgo de afecciones cardiovasculares y en los 40 con la inflamación y tratamiento de la artritis.

Los fosfolípidos, que constituyen el segundo componente lípido más grande del cuerpo, son triglicéridos en los que se ha sustituido uno de los ácidos grasos con una substancia que contiene fósforo, como el ácido fosfórico. Debido a su gran afinidad por sustancias hidrosolubles y liposolubles, son materiales estructurales eficaces. La lecitina es el fosfolípido que se distribuye más ampliamente; las de especial riqueza son hígado, yema de huevo y frijoles de soya. Debido a sus propiedades emulsificantes, suelen añadirse a productos alimenticios como quesos, margarina y confiterías. Se encuentran en grandes concentraciones combinadas con las proteínas en las membranas celulares en donde facilitan el paso a la salida de grasas en las células y en la sangre, donde también actúan en el transporte de lípidos. La

naturaleza de los ácidos grasos en los fosfolípidos depende del contenido de ácidos grasos en la dieta (Berdanier, 1988).

Los fosfolípidos como las cefalinas (de estructura similar a las lecitinas), lipontoles (que contienen inositol, un compuesto con actividad tipo vitamina), y las esfingomielinas (que incluyen un complejo amino y alcohol en lugar de glicerol) se encuentran en el tejido nervioso en concentraciones elevadas. Para los procesos de coagulación de la sangre se requiere una cefalina para formar tromboplastina. La esfingomielina se encuentra en el cerebro y otros tejidos nerviosos como componentes de la vaina de mielina.

Los glucolípidos incluyen cerebrósidos y angliósidos, que contienen las bases esfingosina y ácidos grasos de cadena muy larga. Los gangliósidos también contienen glucosa y un compuesto complejo que incluye un azúcar amino. Estructuralmente, estos compuestos son componentes del tejido nervioso y ciertas membranas celulares en donde actúan en el transporte de lípidos.

Esteroles. Un grupo grande de compuestos llamados esteroles se caracteriza por una estructura anular compleja con variaciones individuales. Además del colesterol, que solo se encuentra en tejidos animales, otros esteroles comunes incluyen ergosterol, que existe en la levadura, y betasitosterol, en alimentos vegetales.

El colesterol es un componente esencial de las membranas estructurales de todas las células y un compuesto importante de las células cerebrales y nerviosas. Se encuentra en concentraciones altas en tejidos glandulares y en el hígado, en donde se sintetiza y almacena. Es un compuesto intermedio importante en la biosíntesis de varios esteroides esenciales, que incluyen ácidos biliares, hormonas corticosuprarrenales, estrógenos, andrógenos y progesterona. El colesterol solo existe en alimentos animales. El colesterol y el ergosterol son precursores de la vitamina D. El colesterol se convierte en la mucosa intestinal a 7-dehidrocolesterol, la provitamina del colecalciferol (vitamina D), y se deposita en la capa de grasa subcutánea. Su transformación a la forma activa se lleva a cabo al exponerse la piel a la luz ultravioleta solar.

En el cuadro 14.17 se muestra la proporción de ácidos grasos de tipo saturado e insaturado contenidos en diversos productos usados para alimentación humana, entre ellos los insectos, y se puede reconocer que tanto las carnes como el pescado contienen mayor cantidad de ácidos grasos saturados que los insectos, así como de ácido esteárico (entre paréntesis) que es muy bajo en los insectos. De ácidos monoinsaturados y poliinsaturados los insectos son los que albergan la mayor cantidad, es decir, que la mayor parte de sus grasas son de tipo insaturado y con ello no dañinas al organismo. Para la res se hicieron medias de 27 cortes, para el puerco 16, para el pollo ocho, para el pescado tres tipos, dos productos de tres tipos de pescado (eglefino Halibut, Atún), para insectos se tomaron los valores máximo y mínimo de 27 especies analizadas (entre paréntesis se pone el porcentaje del ácido esteárico) (modificado de De-Foliart, 1991)

Cuadro 14.17. Proporción de ácidos grasos saturados e insaturados de diversos organismos para la obtención de proteína animal (adaptado de National Research Council, 1988). AS: A. saturados, AM: A. monoinsaturados, AP: A. poliinsaturados.

Organismo	AS	AM	AP
Res	52.0 (28.1)	44.2	3.2
Puerco	44.1 (24.3)	44.3	11.6
Pollo	35.5 (20.2)	40.8	22.7
Pescado	29.6 (22.6)	39.6	30.8
Insectos	11.0-43.4 (0.1-9.1)	55.9	40-45 a 100

Las grasas están formadas por diferentes especies lipídicas, las cuales al igual que los aminoácidos son necesarias al organismo; así, en los insectos, se encuentran varios ácidos grasos importantes en el metabolismo humano, ya que muchos de ellos son precursores de diferentes hormonas y vitaminas. Las principales especies lipídicas encontradas en insectos comestibles son: ácido capróico, ácido esteárico, ácido caprílico, ácido oleico, ácido cáprico, ácido linoleico, ácido láurico, ácido linolénico, ácido mirístico, ácido palmítico y ácido palmitoleico.

Metabolismo de los lípidos. En el hígado los lípidos pueden metabolizarse, almacenarse o convertirse en lipoproteínas, forma en la cual se transportan por la sangre hacia los tejidos para uso in-

mediato como fuente de energía o para realizar funciones especiales. El hígado es un centro importante del metabolismo de los lípidos y en gran parte tiene a su cargo una regulación de las concentraciones de lípidos en el cuerpo. Entre sus funciones importantes cabe señalar: 1) la síntesis de triglicéridos a partir de carbohidratos y, en menor grado, de proteínas; 2) síntesis de otros lípidos, como fosfolípidos y colesterol a partir de triglicéridos; 3) desaturación de ácidos grasos (el ácido oleico monoinsaturado es el ácido que predomina en el tejido adiposo del hombre); y 4) degradación de triglicéridos para uso como energía. En el hígado los ácidos grasos se metabolizan por oxidación beta. En una situación de anaeróbica, como en el ejercicio muy intenso, se suspende el catabolismo de grasas.

La descomposición de ácidos grasos depende del suministro adecuado de ácido oxalacético, que principalmente se genera en el metabolismo de los carbohidratos. La acetil-CoA de la oxidación beta debe combinarse con ácido oxalacético para formar ácido cítrico en el ciclo de este mismo ácido. En consecuencia, el catabolismo completo de los ácidos grasos requiere un fondo continuo de catabolismo de glucosa a fin de proporcionar el ácido pirúvico para elaborar el ácido oxalacético necesario. Cuando hay una limitación importante de carbohidratos, los fragmentos acetato producidos en la oxidación beta no pueden incluirse en el ciclo de Krebs y formar parte de los líquidos extracelulares. Fácilmente se convierten en cetonas y se eliminan por la orina (cetonuria) y el aire respirado. Los ácidos grasos en las células del tejido adiposo se sintetizan nuevamente hacia triglicéridos para su almacenamiento en células adiposas.

Raciones dietéticas recomendadas. Aunque no se han establecido raciones dietéticas recomendadas (RDA), se estima que la necesidad de ácido linoleico del hombre es de 1 a 2% del total de la energía ingerida; 2.7% en lactantes.

Fuentes alimentarias de grasas. La principal fuente de grasas en la dieta son los productos animales, que proporcionan la mayor parte de la grasa saturada y la totalidad del colesterol. Los huevos y productos lácteos; las frutas, vegetales y cereales de granos tienen relativamente poca. Sin embargo, se obtienen cantidades importantes de los aceites concentrados de semillas, como las de cártamo, maíz y de algodón; el aceite de cártamo contiene la mayor cantidad de ácido linoleico, aunque casi todos los de procedencia vegetal son fuentes adecuadas. Los aceites de oliva, canola (colsa modificada) y maní son ricos en ácido oleico monoinsaturado. Los aceites tropicales (palma, palma kernel y coco), que son semisólidos a la temperatura ambiente, tiene un contenido alto de ácidos grasos saturados. Hay una tendencia precisa hacia un mayor uso de grasas vegetales en lugar de las animales.

Sales minerales. Por lo general 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 y otros. Sin embargo, con la excepción del tejido óseo, los elementos minerales constituyen una proporción pequeña (4%) de los tejidos corporales.

Debido a que los minerales desempeñan funciones diferentes y se requieren en formas y concentraciones distintas, ciertos autores los han clasificado en tres grupos: macronutrimentos (calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio, cloro y azufre), micronutrimentos (fierro, cobre, yodo, manganeso, cobalto, zinc y molibdeno) y ultramicronutrientes (flúor, aluminio, boro, selenio, cadmio, litio y cromo). Respecto al total de sales minerales que albergan los insectos comestibles (Cuadro 14.18), se puede ver que el contenido de sales minerales varía de un orden a otro e incluso dentro del mismo orden. La mayoría de los órdenes de insectos acuáticos presentan las cifras más elevadas (columna derecha), en parte se debe a que algunos de ellos viven en aguas alcalinas o en aguas salobres. Aunque aquí presentamos un panorama total, algunas especies se consumen en estados inmaduros y otras en estado adulto y en algunos casos mezclados. También se puede observar que los órdenes que menor variación presentaron fueron Orthoptera, Lepidoptera e Hymenoptera. En

Cuadro 14.18. Intervalos del contenido de sales minerales total en órdenes con insectos comestibles.

Órdenes	Intervalos
Odonata	4.21-12.85
Ephemeroptera	1.91-13.00
Orthoptera	2.00-5.56
Isoptera	6.15
Hemiptera	1.41-19.00
Homoptera	3.05-11.08
Neuroptera	4.75
Lepidoptera	1.63-8.07
Coleoptera	0.73-13.22
Diptera	6.85-25.95
Hymenoptera	0.60-5.50

los casos en que solo se presenta un dato (Isoptera y Neuroptera) sólo se analizó una especie. Se estudió el contenido de sodio, potasio, calcio, zinc, fierro y magnesio que albergan 39 especies de insectos comestibles pertenecientes a cuatro órdenes, el que es expresado en g/100g (Cuadro 14.19).

Sodio. En los alimentos convencionales utilizados por el hombre (Cuadro 14.20), el intervalo de contenido de este mineral varía de 0.006 a 0.606 g/ 100g, 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.

Potasio. En los alimentos más ricos en potasio, como carne de res, pescado, frijoles, chícharos, papas y otros, el intervalo oscila de 0.014 a 1.694 g/ 100g. Es decir, la cantidad de potasio que albergan los insectos comestibles se encuentra en el intervalo de los demás alimentos ingeridos por el hombre, siendo siete las especies que presentan más potasio que la cantidad mayor registrada.

Calcio. 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 0.930g/100g, y los insectos comestibles poseen valores intermedios entre estas cifras de calcio aprovechable.

Zinc. En casi todos los casos, los insectos comestibles 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, u otros alimentos.

Hierro. Los alimentos consumidos regularmente por el hombre, leche y queso, poseen cantidades menores a 0.015 g de hierro y los insectos comestibles poseen de 0.012 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 en general son muy elevados, las cifras más bajas en éste son de alrededor 0.35 g, en tanto que en los alimentos más comunes, encontramos cantidades menores a 0.15 g, por lo que al igual que en el hierro, los insectos son una fuente importante de magnesio. En magnesio, el 100% de las especies de insectos estudiados poseen mayor cantidad que todos los productos convencionales con los que se compararon.

Para poder efectuar una comparación real entre las diferentes especies de insectos comestibles, se debería efectuar en el mismo estado de desarrollo, así como con el mismo tipo de preparación o de preservación, y deben de analizarse con los mis-

Cuadro 14.19. Intervalos de contenido de diversas sales minerales de algunos órdenes con insectos comestibles (g/ 100g). Modificado de Ramos-Elorduy, Pino & Muñoz (1998).

	Sodio	Potasio	Calcio	Zinc	Hierro	Magnesio
Orthoptera	0.066-0-609	0.044-0.574	0.051-0.120	0.016-0.078	0.016-0.044	0.352-0943
Hemiptera	0.020-0.572	0.014-0.256	0.075-0.104	0.024-0.112	0.012-0.130	0.744-2.550
Lepidoptera	0.048-0.544	0.048-2.912	0.048-0.088	0.022-0.040	0.017-0-054	0.384-1.628
Hymenoptera	0.063-1.608	0.063-1.030	0.040-0.224	0.016-0.050	0.014-0.046	0.348-1.129

Cuadro 14.20. Intervalo de contenido de diversos minerales en productos convencionales de uso alimenticio (g/100 g). Algunos datos fueron tomados de Scott (1986).

Productos	Na	K	Ca	Zn	Fe	Mg
Animales						
Res	0.060	0.370	0.01	0.00042	0.028	0.025
Pollo	0.086	0.321	0.02		0.015	0.023
Pescado	0.104	0.256	0.01	0.0025	0.0302	0.023
Pavo				0.00296		
Leche			0.12	0.00334	0.0001	0.01
Huevo			0.05	0.00144	0.023	0.01
Vegetales						
Trigo	0.567	0.273	0.15	0.0084	0.054	0.360
Cebada	0.004	0.160	0.02	0.0015	0.050	0.160
Arroz			0.04	0.0016	0.014	0.120
Avena			0.10		0.382	0.140
Maíz			0.62	0.001	0.035	0.120
Centeno		0.145				
Soya	0.004	0.156		0.0060	0.084	0.280
Frijol	0.019	1.520	0.16	0.0420	0.085	0.180
Aguacate	0.004	0.604				
Cacahuate	0.031					
Zanahoria	0.047	0.341		0.00025		0.020
Apio	0.126	0.341				
Ejotes		0.151		0.00021		
Papa			0.03	0.0004	0.018	0.030
Chícharos			0.02	0.0030	0.017	
Tomate						0.018
Melón	0.012	0.251				
Plátano	0.001	0.370			0.018	0.029
Manzana	0.001	0.110	0.00008		0.017	
Duraznos				0.00005		
Piña						0.014

mos aparatos y métodos. Sin embargo, para fines 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 registrados para algunos de los alimentos de consumo convencional, concluyéndose que los insectos comestibles pueden cubrir de manera práctica el aporte necesario de nutrimentos minerales diarios que necesita cada individuo dependiendo de su edad, sexo, actividad y estado fisiológico.

Se puede decir que, con respecto a las cantidades requeridas de estos minerales por el ser humano en sus diferentes fases de desarrollo, de acuerdo con Scott (1986), si solamente se ingirieran insectos, sin sinergizarse con otros alimentos, consumiendo 100 gramos de insectos, estarían bajos en sodio y calcio, altos en zinc y fierro; en potasio solo aproximadamente la mitad de las especies suplirían el requerimiento y en magnesio el 65% de ellos (Cuadro 14.21).

Vitaminas. La función que éstas tienen para el desarrollo y crecimiento del organismo humano, así como para la salud, es fundamental. Las vitaminas son substancias indispensables en la dieta

Cuadro 14.21. Requerimientos nutricionales de algunos minerales en el hombre (g/día).

	Na	Ca	K	Mg	Zn	Fe
Niños hasta 6 meses	0.2325	0.6000	0.900	0.650	0.0030	0.010
Adultos	2.7500	1.0500	3.925	0.450	0.0150	0.018

humana ya que nuestro cuerpo no las sintetiza y éstas controlan muchos procesos metabólicos. Casi todas las vitaminas hidrosolubles son componente de sistemas enzimáticos esenciales y muchas apoyan el metabolismo energético. Las principales vitaminas son: A, C, D, E, K, y otras del grupo B (B1, B2, B3, B5, B6, B12, H).

Las vitaminas se dividen en dos grupos: las liposolubles (A, D, E y K), y las hidrosolubles, como la vitamina C y las vitaminas del grupo B. La deficiencia de las vitaminas liposolubles (A, D) también puede deberse a algún trastorno que afecte la absorción de las grasas, pero la ingesta excesiva de ellas puede tener efectos nocivos para el organismo. En el sureste del país, y sobre todo en ciertos períodos del año, la ausencia de niacina llega a afectar hasta el 4% de los habitantes, y en otras zonas, como las sierras del sur o los desiertos del norte, no es extraño que aparezcan casos de escorbuto y de xeroftalmia. Además, en la mayoría de los pueblos de alimentación extremadamente pobre como los tarahumaras, los mixes, los mixtecos, zoques, y otros, casi siempre se observa la carencia de riboflavina y de más vitaminas del complejo B las deficiencias de las vitaminas hidrosolubles son más frecuentes, ya que el organismo no puede almacenar grandes cantidades de éstas.

Las vitaminas estudiadas en los insectos comestibles de México fueron: vitamina A: beta caroteno, retinol, palmitato de retinol, vitamina C: ácido ascórbico, ascorbato de calcio, ascorbato de sodio, vitamina D: alfacalcidol, cacefedio, calciferol, calcitriol, colecalciferol, ergocalciferol, D2, D3, B1 tiamina: hidrocloruro de tiamina, mononitrato de tiamina B2, riboflavina: vitamina G, B3 niacina: niacinamida, nicotinamida, ácido nicotínico, tartrato nicotinil alcohol. Algunas de las fuentes de las vitaminas estudiadas son tanto de origen animal como vegetal. En una dieta varía la proporción de éstas de acuerdo con la vitamina que se trate, sea en el caso de las liposolubles como de las hidrosolubles, con excepción de la vitamina C, que únicamente se registra proveniente de verduras y frutas.

El mejoramiento de la salud de las poblaciones rurales de nuestro país, y por ende el abatimiento de la mala nutrición que en la actualidad prevalece en algunos estados de la República, en gran parte depende de la explotación y del desarrollo de los recursos alimenticios autóctonos y de una mejor utilización de los alimentos convencionales, lo cual requiere del conocimiento del valor nutritivo de los alimentos locales. Las concentraciones obtenidas en los insectos comestibles estudiados se compararon con los alimentos convencionales ricos en estos micronutrimentos, notando que, en muchos casos, ciertas especies poseen mayor contenido vitamínico que varios alimentos comunes, por lo que algunas especies de insectos comestibles pueden considerarse como una buena fuente vitamínica. Tal es el caso de *Periplaneta americana* (adultos) en vitamina A, *Latebraria amphypiriodes* (larvas) en vitamina C, *Acheta domestica* (ninfas) en vitamina D, y *Copestylum anna* y *C. haggi* (larvas) en tiamina, riboflavina y niacina. Los valores que los insectos comestibles tienen superan o igualan a muchos de los alimentos convencionales, que son de consumo muy generalizado; en algunos casos es menor que éstos. Esto no es sorprendente, ya que los insectos comestibles ecológicamente son consumidores primarios y en general su procesamiento es asándolos o secándolos al sol; en algunos casos (chapulines) se ponen en agua hirviendo sólo unos momentos, con objeto de virar su color (café, verde o gris) al rojo, que quizás sea más atractivo organolépticamente, y luego se secan. Por otro lado, estas vitaminas comúnmente son estables al calor, aunque la tiamina es susceptible de modificarse cuando el cocimiento es prolongado. La más inestable es la vitamina C, que es más fácil de oxidar y se destruye por exposición al aire o por el tipo de procesamiento o almacenamiento que se efectúe.

El consumo de estos insectos en el área rural de México generalmente es inmediato, poco des-

pués de su captura; la persona toma únicamente el tiempo necesario para llegar a su casa y prepararlos. Cuando se almacenan, lo hacen en bolsas de diferentes tipos en el interior de la casa, lo cual evita el contacto con la luz. En virtud de esto, podemos concluir que los insectos comestibles aportan cantidades significativas de vitaminas que contribuyen al balanceo de la dieta indígena o campesina, lo que corrobora lo dicho por Zubirán (calculado para un poco más de la mitad de nuestra población), quien menciona que su dieta está basada en alimentos autóctonos como el maíz, el frijol y pequeñas cantidades de otros alimentos; así, este autor menciona que la dieta indígena "era enriquecida por ejemplo por los otomíes mediante la ingestión de pulque, malvas, otras yerbas silvestres, e insectos, entre los que destacan los llamados chumiles o jumiles, los cuales son ricos en riboflavina y otros insectos como el 'axayácatl', el 'ahuahutle', algunas especies de chapulines, las hormigas chicatanas, los gusanos del maguey, el gusano del jonote, el gusano del guásimo, el gusano verde de la Mixteca y otros insectos. Todos ellos poseen contenidos notables de proteínas, niacina, riboflavina, calcio, fósforo, hierro y otros elementos nutritivos por los que se han catalogado como alimentos valiosos", lo cual se confirma en esta investigación. Ciertos insectos comestibles estudiados pueden considerarse como fuentes apropiadas de algunas vitaminas (Cuadro 14.22).

Digestibilidad. Además de que los insectos comestibles, comparados con otros recursos alimenticios, deben ingerirse en menor cantidad por su alta digestibilidad (Ramos-Elorduy *et al.*, 1981), pues desde este punto de vista pueden ser considerados como 'concentrados proteínicos'. Y aquí habría que pensar en el hecho de que la ingestión de los insectos que constituyen plagas, se puede traducir en un control mecánico de las mismas (Ramos-Elorduy & Pino, 1994).

Cuadro 14.22. Vitaminas que contienen algunos insectos comestibles de México. Modificado de Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi (2003).

Vitaminas	Órdenes	Cantidad presente
Tiamina		
	Orthoptera	1.430 a 6.110 mg/100g
	Hemiptera	0.643 a 1.329 mg
	Lepidoptera	1.548 a 1.650 mg
	Coleoptera	0.08 a 0.157 mg
	Hymenoptera	0.210 a 1.05 mg
	Diptera	1.37 a 1.47 mg
Riboflavina	Orthoptera	1.320 a 2.250 mg
	Hemiptera	0.908 a 0.990 mg
	Lepidoptera	2.987 a 3.230 mg
	Coleoptera	0.349 a 0.355 mg
	Hymenoptera	0.050 a 1.700 mg
	Odonata	0.09 a 0.109 mg
	Diptera	0.48 a 2.56 mg
Niacina	Orthoptera	3.512 a 13.561 mg
	Hemiptera	4.475 a 5.827 mg
	Lepidoptera	19.707 a 20.101
	Coleoptera	0.820 a 0.999
	Hymenoptera	0.470 a 12.400
	Odonata	0.25 a 0.32
	Diptera	10.054 a 11.070
Vitamina C	Orthoptera	23.84 a 23.92 mg
	Coleoptera	15.44 a 45.76 mg
	Lepidoptera	8.6 a 46.33 mg
	Hymenoptera	32.1 a 36.14 mg
Vitamina A	Orthoptera	0.33 a 160.52 UI
	Lepidoptera	73.56 a 79.81 UI
	Hymenoptera	2.93 a 5.07 UI
Vitamina D	Orthoptera	164.91 a 852.66 UI

CONCLUSIONES SOBRE ALIMENTACIÓN

Los insectos comestibles estudiados desempeñan un papel importante en la alimentación de mucha gente del área rural como complemento de ésta, como lo hacen otros recursos silvestres. En estas personas con una economía natural o de subsistencia es donde los insectos no tienen costo alguno, sino solo el conocerlos y explotarlos en su beneficio.

Los insectos poseen muchas cualidades por lo cual se debe considerar su potencial como alimento humano, ellas no son fáciles de igualar por otros grupos animales, entre los que se encuentran los llamados 'alimentos convencionales'. A continuación se sintetizan y enumeran características de los insectos comestibles de gran valor para la alimentación (Modificado de Ramos-Elorduy, 1997a):

1. Enorme diversidad y riqueza.

2. Ciclo de vida por lo general corto.
3. Se encuentran en cualquier ecosistema terrestre o dulceacuícola, colonizan varios hábitats y nichos ecológicos únicos.
4. En general se localizan en grandes cantidades en el mismo lugar.
5. Son numerosos y aceptablemente comestibles.
6. Poseen poblaciones elevadas y gran biomasa en la naturaleza.
7. Tienen alto potencial reproductivo.
8. Poseen gran variedad de regímenes alimenticios y utilizan en su alimentación recursos silvestres que el hombre no utiliza.
9. Forman parte de la alimentación tradicional de muchas culturas en el mundo.
10. Poseen buenas cualidades organolépticas (color, olor, textura y sabor).
11. Buen valor nutritivo en relación con los parámetros primarios y micronutrimentos.
12. Alojan grandes cantidades de proteínas de buena calidad.
13. Buen balance de los aminoácidos esenciales de sus proteínas.
14. Mayor cantidad de aminoácidos esenciales que otros productos animales convencionales.
15. Buenas calificaciones químicas.
16. Baja cantidad de fibra cruda.
17. La mayor parte de sus grasas son poliinsaturadas.
18. Albergan sales minerales importantes para el funcionamiento del organismo.
19. Albergan vitaminas importantes para el funcionamiento del organismo.
20. Proveen una cantidad de energía significativa.
21. Poseen buena digestibilidad tanto de la materia seca como de las proteínas.
22. Poseen gran variedad de sabores y son versátiles en su preparación.
23. Generalmente tienen consistencia crocante.
24. Fáciles de conservar, preservar y almacenar.
25. Su aprovechamiento es integral, su biomasa se aprovecha totalmente, en comparación con el pescado que se aprovecha 40% o menos, al igual que en la mayor parte de los vertebrados.
26. Transforman elementos de baja energía en compuestos más ricos.
27. Las especies en su mayoría son inocuas.
28. Tienen un enorme potencial en la nutrición humana y animal.
29. Su cultivo generalmente es sencillo.
30. El cultivo de muchas especies está controlado.
31. Su cultivo puede usar recursos no utilizados por el hombre.
32. Los costos del cultivo a menudo son bajos.
33. Sus cultivos pueden usar desechos como sustrato.
34. Su cultivo no genera producción de desechos.
35. Su excreta se puede usar como fertilizante orgánico.
36. Su cultivo da una retribución alimenticia y económica.
37. Tienen buena eficiencia de conversión, mejor que otros animales.
38. Poseen buenas tasas de transformación en cuanto a la energía (Jones & Madsen, 1991).
39. Pueden incluirse en la tecnología moderna de alimentos.
40. Se piensa utilizarlos en viajes espaciales de larga duración para reciclar y proveer las proteínas necesarias, cultivándolos.
41. Concentran substancias nutritivas y medicinales.
42. Se utilizan en la medicina tradicional de muchos países de todo el mundo.
43. Se utilizan en la medicina homeopática de muchos países de todo el mundo.
44. Son y pueden ser una fuente de principios activos para ser utilizados en la medicina alopática, ya que pocas especies se usan en la actualidad.
45. En la pirámide ecológica ocupan el segundo lugar en el aprovechamiento de la energía solar.

Se debe promover y fomentar la entomofagia y hacer cultivos a diferentes escalas de las especies que ofrecieran los atributos buscados. Lo que el país necesita es la llamada 'tecnología intermedia', que no requiere de una infraestructura compleja, por lo tanto, de bajo costo.

Los insectos poseen una buena palatabilidad y al consumirlos dan una sensación de bienestar, pueden evitar enfermedades a través de los antibióticos que existen en su cutícula (Goodman, 1989); por el valor nutritivo que poseen y la energía que proveen, además de las vitaminas y minerales que brindan, también sirven para coadyuvar en la lucha contra el hambre y la desnutrición. Su buen sabor es un motivo secundario de elección pero cuenta, los insectos tienen sabores muy agradables, su consistencia en general es crocante y lo versátil en su preparación, que se ha heredado por tradición oral y ha persistido al menos por 500 años (Ramos-Elorduy, 1997a), y la variedad impresionante

con que los chefs de la 'Nouvelle Cuisine' los elaboran y presentan, hacen de ellos un prototipo de alimentación deseable de consumirse.

ESTUDIOS COMPARATIVOS ECOETOLÓGICOS Y SU APLICACIÓN

La línea de investigación "Los Insectos como una fuente de proteínas en el futuro" también ha abarcado los estudios de la similitud y diferencia de las técnicas de reconocimiento, registro, recolección, preparación, mercadeo y preservación de las diversas especies de insectos comestibles a través de muchas etnias del mundo (Bergier, 1941; Bodenheimer, 1951; Chauvin, 1968; Bahuchet, 1978, 1980; Posey, 1978; Ramos-Elorduy *et al.*, 1984; Carrasquedo *et al.*, 1988; Ramos-Elorduy & Conconi, 1994; Medeiros, 1996, 2000a,b, 2002; Mitsuhashi, 1997a,b) que utilizan este recurso natural renovable, lo que nos ha permitido alcanzar una visión más amplia de esto, al reconocer que en la mayor parte de los casos eran semejantes de alguna manera. Igualmente, en el estudio comparativo del valor nutritivo de las mismas, encontramos que los intervalos en los valores de los parámetros primarios eran parecidos, pero a nivel de los componentes de cada uno de ellos eran diferentes, por ejemplo, los insectos comestibles de África son deficientes en isoleucina y leucina, principalmente, a diferencia de los de México que lo son en triptófano y metionina (Gómez *et al.*, 1961; Ramos-Elorduy *et al.*, 1982, 1997; FAO, 1990; Conconi, 1993; Ladrón de Guevara *et al.*, 1995; Ramos-Elorduy, Pino & Cuevas, 1998; Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002; Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino, 2002). También se efectuó esto con las técnicas de cultivo, en donde fueron muy pocas, pero todas ellas semejantes, sobre todo en el caso de las abejas con o sin aguijón, del gusano de seda y de los protocultivos que se efectúan en el caso de las mariposas para contar con alimento en la temporada siguiente.

De nuestros estudios comprendiendo la biología, ecología y etología de aquellas especies con mayor demanda y/o mayor valor nutritivo como los escamoles, gusano blanco, gusano amarillo, grillos, chicatanas, chapulines y gusano del nopal (Cuadriello, 1980; Delage-Darchen *et al.*, 1982; Ramos-Elorduy, Delage-Darchen, Cuadriello, Galindo & Pino, 1983; Ramos-Elorduy, Delage-Darchen, Flores, Sandoval & Cuevas, 1983; Landero, 1985; Ramos-Elorduy *et al.*, 1987; Cisneros, 1988; Hernández, 1988; Aguilar, 1995; Mendoza *et al.*, 1998; Sandoval, 2001; Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002; Ramos-Elorduy, Pino & Conconi, 2003; Vázquez, 2003). De algunos de ellos hemos llegado a poner en punto la técnica de su cultivo, como el caso del gusano blanco del maguey, del gusano amarillo y de los escamoles. Lo que ha originado la instrumentación de paquetes tecnológicos y planes de negocio que se depositaron en la Incubadora de Empresas de la UNAM, para su venta con la meta de constituirse en agroindustrias, en donde todas ellas pertenecen a la llamada tecnología intermedia (Ramos-Elorduy F., 1974), que se caracteriza porque la infraestructura requerida es mínima, la mano de obra es barata y están adaptadas a las condiciones del lugar. Las características previas acarrean los beneficios socioeconómicos consecuentes como son: proveer de empleo a esta gente, suplir el mercado interno, captar divisas por exportación y con ello el mejorar el nivel de vida. Así también se obtuvieron las patentes. De la misma manera, el estudio del mercado del gusano blanco de maguey en diversos restaurantes del Distrito Federal mediante la técnica de muestreo aleatorio en los restaurantes de cinco tenedores (Ramos-Elorduy, 1998; Conconi, 1997).

En algunos casos hemos realizado y mejorado las técnicas de cultivo, las cuales fueron instrumentadas desde la época prehispánica, como los cultivos del axayácatl y el ahuahutle, con la ayuda de conocimientos científicos y con los materiales del lugar de asentamiento de los diversos grupos étnicos estudiados que las utilizan y explotan (Fernández, 1989) o los cultivos de las abejas sin aguijón, meliponas y trigonas, con la ayuda de especialistas en éstas (Darchen, 1984; Ramos-Elorduy & Conconi, 1993; Ramos-Elorduy, Pino & Hernández, 1994; Medina, 1995).

Esta línea de investigación ha abarcado desde estudios de trabajos de prospección, localización y recolecta de los insectos comestibles, realizando un trabajo burdo, empleando palas, picos, hachas, barretas, machetes, cuchillos para excavar, derribar y cortar árboles, despencar con barreta y otras técnicas, hasta estudios culinarios acerca de cómo

se preparan y consumen los insectos comestibles en diversos poblados y/o comunidades, sus maneras de preservarlos, alimentarlos, dónde, cómo, quién, y para qué lo hacen. Estudios de campo mediante encuestas para conocer el grado de ingestión de éstos, así como quiénes son los que hacen acopio de ellos, desde cuándo y por qué, incluyendo en ocasiones el estudio de las redes de comercialización de los insectos comestibles, como en el caso de los jumiles y chapulines (Carbajal *et al.*, 2000, Figueroa, 2001, Vázquez 2003). Además de estudios de género, en donde se delimita el papel de los hombres, las mujeres, los niños y las niñas (Ramos-Elorduy, 2003b).

También se efectuaron estudios de ciclos de vida y de las dinámicas de población, número de nidos por unidad de área, huéspedes, parásitos, depredadores, y otros (Ramos-Elorduy, Delage-Darchen, Cuadriello, Galindo & Pino, 1983; Ramos-Elorduy, Delage-Darchen, Flores, Sandoval & Cuevas, 1983; Ramos-Elorduy *et al.*, 1992) igualmente de comportamiento (Ramos-Elorduy, 1987; Ramos-Elorduy & Rovesti, 1993; Aguilar, 1995), hasta llegar al uso de aparatos y técnicas bioquímicas muy refinadas para determinar los valores de los compuestos nutritivos que se encuentran en cantidades minúsculas y que abarcó el uso de los últimos instrumentos científicos en el mercado, fruto de los avances científicos más recientes, en estos aspectos, con procedimientos muy sutiles para su instrumentación y determinación. Hasta alcanzar finalmente a su introducción en la gastronomía contemporánea en la 'Nouvelle Cuisine' (Ramos-Elorduy, 1998; Sánchez-Ruíz, 2001; Coello, 2002).

Todo ello resalta la multidisciplinariedad de estos estudios, en donde nos auxiliamos de diferentes talentos tanto del área científica como humanística, ya que se trataron aspectos de índole biológica, ecológica, química, de tecnología de alimentos, de geografía humana, antropológica, económica, histórica, arqueológica, gastronómica y otros más.

Al comprender la intervención de ocho dependencias científicas nacionales en la UNAM y 12 instituciones científicas nacionales, que arrojan un total de 20, y de 11 instituciones humanísticas nacionales y 19 instituciones científicas internacionales, lo que da un total de 50 instituciones involucradas en esta línea de investigación. Además de tener una amplia difusión en radio, televisión, periódicos y diversas revistas, tanto nacionales como extranjeras, todo lo cual implicó la participación de 14 disciplinas científicas y nueve humanísticas o sea un total de 23.

Con todo ello debemos reflexionar qué nos depara esta línea de investigación en el futuro, ya que, como dice David Pimentel de la Universidad de Harvard, "debemos elegir entre comer más insectos o más insecticidas en nuestra comida" (Pimentel *et al.*, 1977) y promover su cultivo y/o sustentabilidad, y, a través de la comercialización, enfatizarlo (Evans, 1993; Ramos-Elorduy, 1997a).

INTRODUCCIÓN A LA ETNOENTOMOMEDICINA

Como a lo largo de estas investigaciones la gente del campo constantemente nos refería el uso de algunas especies de insectos para aliviar algunas dolencias, emprendimos la línea de investigación "Uso de los insectos en la medicina tradicional", al explorar qué especies de insectos se utilizan en este tipo de medicina.

En México, como en muchos otros países y regiones del mundo, existen formas de curación o sanación diversas, en donde los conceptos, creencias, simbologías y rituales están asociados. Sus formas de diagnosticar, analizar, pensar y corregir las enfermedades son diferentes a la de la medicina moderna, empleando en el proceso de curación productos naturales de plantas y animales, o de alguna de sus partes. Entre éstos están los insectos, aunado a una mística en el tratamiento de las enfermedades y la sanación, de manera que la gente utiliza los recursos del lugar, tratándolos de diferentes maneras, empleándolos solos o mezclados con otros productos, según la dolencia atendida y la localidad de que se trate, pues éstos varían con el área geográfica. La práctica de este tipo de medicina indígena o tradicional es muy socorrida y ejercitada en especial por los habitantes de las áreas rurales.

Como puede apreciarse, las creencias, tradiciones, rituales y la mística de los pueblos persiste en el planeta y en México está vigente, donde se continúa con las técnicas medicinales de antaño. En

algunos casos la situación se acentúa, en nuestro país, a causa del alto costo del servicio médico y de los medicamentos, y también a la ineficacia de antibióticos por los fenómenos de resistencia que presentan muchos microorganismos patógenos, igual a como sucede con la ineficiencia creciente de los insecticidas. Además, constantemente surgen compuestos nuevos con una eficacia aparente, que en muchos casos no tienen la acción esperada. Entonces las formas de sanar 'más rápidas y tecnificadas', no son del todo satisfactorias, concomitante al gran número de efectos secundarios y de alergias que han surgido por su uso, que incluso pueden causar la muerte. A pesar que se cree que la medicina tradicional ha sido desplazada por los compuestos modernos, en realidad, en la práctica, no es cierto.

La enfermedad para la medicina tradicional, ejercida por curanderos, herbolarios, brujos y shamanes, es algo invisible, maléfico, en donde las fuerzas sobrenaturales entran en juego y causan daños, cuyos agentes causantes no son visibles; su manifestación visible es como 'enfermedad' y los denominan por ejemplo como 'daño', 'embrujamiento', 'mal de ojo', 'susto', 'espanto', 'pérdida del alma', 'llanto escondido', 'dolor del más allá', 'caída de la mollera', 'aire' u otras diagnosis. Estos hombres de conocimiento dicen que son las energías o vibraciones negativas las que causan las enfermedades y que se objetivizan a través de perturbaciones biológicas de tipo orgánico y/o psicológicas, los cuales afectan al individuo y a su desenvolvimiento, lo que se expresa en una sintomatología de la dolencia o enfermedad.

Su concepción de Dios, de la vida o de las cosas es diferente de la nuestra. Por ejemplo, consideran que tenemos un cuerpo visible y uno invisible, ambos integrados en uno solo, en donde es indispensable el acompañamiento de rituales peculiares para la sanación. Éstos están en relación con los mitos que son la unión de lo terrenal con lo divino, en donde las cosas se ven holísticamente, lo cual está marcado por el tipo y grado de cultura en cada etnia y en cada persona. Mientras que en nuestro caso (medicina actual) este concepto varía igualmente, está condicionado por los avances tecnológicos y científicos en la medicina de cada país; generalmente son compañías trasnacionales las que las distribuyen a todo el mundo, occidentalizado o no.

Pero la aculturación con la globalización ha hecho que parcialmente se vayan perdiendo las medicinas tradicionales, al menos para los habitantes de las ciudades, donde es común la práctica cotidiana de la alopatía. Contribuye a esto la gran publicidad y promoción que se hace, causando desasosiego a estos pobladores y a los de las áreas rurales, ya que a la vez que se quieren integrar a la modernidad, ambos sufren la enfermedad, pero con conceptos desconocidos de los que la forma de vida y la sociedad actual tienen. No existe un sincretismo sino una simbiosis con ventajas económicas a la medicina actual.

Existen rituales que acompañan a las curaciones, y en un ritual se comunican y se conjugan el mundo mágico y el convencional, entre ellos están: el quemar incienso o copal, prender velas, orar, soplar, dar un aplauso fuerte, pronunciar sonidos, 'dar pases' sobre el cuerpo soplando y pronunciando diversos nombres, 'limpiándolo' (Motte-Florac, 1996), barriendo el cuerpo, frotándolo, golpeándolo, tallándolo o refregándolo con hierbas aromáticas, en donde el olfato juega un papel importante, o también pasando una vela por el cuerpo, un huevo, una piedra, un objeto, flores, u otros utensilios (Nieves, 1997). De esta manera la enfermedad es expulsada y se absorbe por esta serie de acciones. En otros casos ya se usan productos más sofisticados como lociones, perfumes, sales perfumadas, aceites con aroma y hasta 'spray', que se pueden encontrar en diversos mercados (Ramos-Elorduy, 2000b). Igualmente los curanderos utilizan determinados números, colores y gestos, con un recorrido preciso, como por ejemplo el persignarse, lo que para una mente occidental es incomprensible. El hecho que un recurso, una poción, un remedio, sirvan para diversas enfermedades y viceversa, incrementa su desconcierto y confusión, ocasionando la falta de credibilidad en las medicinas tradicionales. Hutterer (2000), en su libro sobre la medicina tradicional en México, afirma que existen enfermedades entre los diversos grupos indígenas que no son consideradas por el médico convencional, como son además de las mencionadas, el 'mal de aire' y la 'mohina', entre otras. En la medicina antigua se tenía una representación básicamente religiosa, en donde había elementos mágicos jerarquizados, a menudo asociándolos con la polaridad frío-calor, dulce-amar-

go, bueno-malo, sol-luna, húmedo-seco, y la salud era el equilibrio de estos parámetros alternos. Además poseían una acuciosa observación de las circunstancias que rodeaban a la enfermedad y la evolución de ésta, en donde buscaban saber qué cambios físicos había y las modificaciones que existían en el interior del cuerpo, y no solo se detenían a creer que eran los dioses quienes la habían provocado. En la Época Colonial en México, esta medicina estaba representada por unos cuantos médicos que cumplían con la función de atender a la población indígena y en Santa Cruz Tlatelolco estaba el Colegio de Medicina.

ANTECEDENTES DE ENTOMOMEDICINA

Pocos han sido los autores que han abordado este tema, por lo común, entre ellos destacan: Alcocer (1938), Argueta (1988), Barajas (1951), Campos (1972), Clavijero (1880), De Asís & Troncoso (1886), Esteyneffer (1978), Hernández (1959), López-Austin (1969, 1984), Montoliu (1984), Aldasoro (2001), Sánchez (1993) y Weiss (1947). Y en el mundo los tenemos mencionados en varios escritos como los de Mathole (1627), Lémery (1759), Lessert (1724), Valmont de Bomaire (1791), Hipócrates (455 a.N.E.)., Cloquet (1822), Plinio (1833), Bocquillon (1871), Cadet de Gassicourt (1893), Regnault (1900), Reutter de Rosemont (1931), incluidos en la obra de Marie (1955), en donde las recetas para su uso son verdaderamente simples pues datan de tiempos remotos, por lo que éstos se pueden considerar como trabajos clásicos. En los últimos años se estudiaron los insectos medicinales utilizados por los antiguos mexicanos (Ramos-Elorduy & Pino, 1988) y los insectos medicinales de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2000). Más recientemente se ha continuado mencionando a los insectos medicinales en China con los trabajos de Namba & Inagaki (1988) y así también los de Figuereido (1994), Pino & Rivalta (1996), Wen *et al.* (1996), los de Medeiros (1999 a,b, 2000 a, b, 2002), Medeiros & Márquez (2000) y Medeiros & Oliveira (2000) en Brasil, así como la mención de otros en el libro de Taylor (1975), y de más autores como Meyer Rochow (1978-79). Este último señaló que en Nueva Zelanda, Australia, Nueva Guinea, Corea y en todo el sureste de Asia, hay grandes mercados de medicina tradicional, Pemberton (1999) investigó en Corea, en diferentes hospitales, las veces que los médicos recetaban diferentes especies de insectos medicinales. Frost (1959) indicó que en la India, *Mylabris cichorii* L. se utiliza para enfermedades de tipo urogenital y Cloudsley (1976) reportó que en Rusia el polvo de la cucaracha se utiliza para aliviar la gota, y que en Europa se usa para mitigar la pleuritis, entre los más importantes.

LOS INSECTOS EN LA TERAPÉUTICA

La abundancia y la riqueza de los insectos, así como la facilidad de su localización en todos los ecosistemas, además de ser consumidores primarios y concentradores de principios activos que actúan y alivian, ha hecho que los hayan empleado y que los sigan usando actualmente con este fin. La gran diversidad que de éstos hay, tanto en el medio acuático como en el terrestre y la enorme variedad de recursos de los que ellos hacen acopio, ya que muchos son polífagos, les permite contar con una gama de substancias que ingieren u obtienen y concentran, que sin duda les hacen organismos particulares para su uso en la medicina.

En este aspecto los insectos han tenido papeles claves, por ejemplo, durante la Segunda Guerra Mundial, las larvas de las moscas *Wohfahrtia* sp., *Phormia regina* y *Lucilia sericata* eran utilizadas en el tratamiento de las heridas infectadas causadas por las balas y el tratamiento de huesos infectados debido a su exposición externa, ya que estas moscas se alimentan de las bacterias que las ocasionan, secretando además un inhibidor bacterial que es la alantoina (Horn, 1976) y de esa manera la gente no perdía sus miembros y/o se curaba de la infección.

La medicina tradicional china considera a las drogas y a la comida como homólogos para mejorar la salud humana, en donde los insectos han sido usados durante 5000 años para curar enfermedades (Namba & Inagaki, 1988).

MÉTODOS EN ETNOENTOMOMEDICINA MEXICANA

Para conocer el papel que los insectos desempeñaban en la medicina tradicional de diversos gru-

pos indígenas, exploramos dichos organismos en algunos de los estados de la República Mexicana, habitados por diferentes etnias ya mencionadas para la entomofagia. Allí realizamos encuestas, con objeto de conocer los diversos tipos de insectos que se emplean con fines medicinales, cuestionándolos sobre su empleo, cuándo los usaban, para qué enfermedades, qué formas de preparación tenían, los nombres comunes que les daban, etc. Igualmente, en varias de las localidades realizamos visitas a los diferentes mercados, en virtud de que en ellos se encuentran lugares especializados en la distribución de medicamentos naturales, entre los que se encuentran los insectos. En el primer caso realizamos recolectas de los insectos previamente registrados como medicinales y en el segundo caso los adquirimos.

Finalmente, en el Laboratorio de Entomología del Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la UNAM, dichos insectos se montaron, etiquetaron, identificaron, catalogaron y se depositaron en la Colección Científica de Insectos Medicinales anexa a la Colección Científica de Insectos Comestibles de México. Por otro lado, los datos referentes a diferentes insectos medicinales registrados para varios países, se obtuvieron mediante una investigación bibliográfica retrospectiva.

DIVERSIDAD DE LOS INSECTOS MEDICINALES

Hasta ahora hemos registrado 386 especies de insectos medicinales en el mundo: 91 especies de Hymenoptera, 89 de Coleoptera, 62 de Orthoptera, 39 de Homoptera, 31 de Lepidoptera, y 25 tanto de Diptera como de Hemiptera (Cuadro 14.23). En el cuadro 14.24 se muestra el número de veces que cada uno de los órdenes que incluyen especies medicinales se menciona para las diferentes enfermedades.

No en todos los tratamientos de las diversas enfermedades, se utilizan especímenes de los 14 órdenes registrados con acción terapéutica. Siete de ellos son los más comúnmente usados, y de éstos el que mayor número de veces se emplea es Hymenoptera, mencionado 190 veces; le siguen Lepidoptera 101 ocasiones, Orthoptera utilizado 95, luego Coleoptera con 91, Homoptera 66, Diptera 42 y Hemiptera 28. En el caso del aparato digestivo se utiliza más a los Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Orthoptera y Diptera. En el caso del aparato respiratorio, los Hymenoptera, Lepidoptera, Orthoptera y Homoptera. En el aparato reproductor se usan más a los Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera y Homoptera. En el aparato circulatorio se utilizan principalmente Hymenoptera, Orthoptera, Coleoptera y Lepidoptera. Para el sistema renal principalmente se utilizan Orthoptera y Coleoptera. En el sistema nervioso y linfático sobre todo Hymenoptera y Lepidoptera. En el neuromuscular son más utilizados los Hymenoptera. En el sistema óseo se utilizan más los Orthoptera, Homoptera e Hymenoptera. En el sistema inmunológico y en el sistema endocrino principalmente los Hymenoptera. En el caso de la piel se recurre a los Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Homoptera y Diptera. Para los ojos los Hymenoptera. Para los oídos principalmente los Orthoptera, Coleoptera e Hymenoptera. Tratándose del cáncer se utilizan más los Hymenoptera, Coleoptera y Homoptera. En el caso de los antídotos principalmente los Hymenoptera y Orthoptera. En el caso de las otras enfermedades los más socorridos son los Hymenoptera, Lepidoptera y Diptera.

Cuadro 14.23. Número de especies de insectos medicinales en el mundo por orden.

Orden	Número
Hymenoptera	91
Coleoptera	89
Orthoptera	62
Homoptera	39
Lepidoptera	31
Hemiptera	25
Diptera	25
Odonata	9
Isoptera	6
Neuroptera	3
Thysanura	2
Dermaptera	1
Trichoptera	2
Anoplura	1
Total	386

En el cuadro 14.25 se muestra el número de géneros y de especies que se utilizan en cada trata-

Cuadro 14.24. Número de veces que los diferentes órdenes de insectos se usan en la medicina tradicional en el mundo para tratamientos distintos.

	Thy.	Odn.	Ort.	Der.	Iso.	Anp.	Hem.	Hom.	Neu.	Col.	Tri.	Lep.	Dip.	Hym.	Total
Digestivo	1	-	12	1	1	1	7	4	1	13	-	20	10	30	101
Respiratorio	-	2	13	-	1	-	2	8	1	6	-	13	-	28	74
Reproductor	-	1	13	-	3	-	4	9	-	9	2	5	3	13	62
Circulatorio	-	1	8	-	1	-	-	3	1	6	-	6	2	8	36
Renal	2	-	10	2	-	1	2	3	-	10	2	6	-	6	44
Nervioso y linfático	1	-	5	1	-	-	4	5	2	7	-	14	1	14	54
Neuromuscular	-	-	5	-	-	1	-	4	-	3	-	2	1	10	26
Oseo	-	-	3	-	-	-	-	3	1	1	-	-	1	3	12
Inmunológico	-	-	2	-	-	-	2	1	-	2	-	2	-	5	14
Endocrino	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	4	7
Piel	-	-	8	-	2	-	3	12	1	21	-	12	10	24	93
Ojos	-	-	3	1	-	-	-	-	-	6	-	1	2	14	27
Oído	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	4
Cáncer	-	-	2	-	-	-	-	3	-	3	-	1	2	3	14
Antídotos	-	-	2	-	-	-	1	1	-	1	-	1	-	3	9
Otras	-	1	8	-	-	-	2	9	2	2	-	17	10	24	75
Total	4	5	95	6	8	3	28	66	9	91	4	101	42	190	652

Cuadro 14.25. Diversidad genérica y específica de los insectos medicinales en el mundo.

Tipo de enfermedad	No. géneros	No. especies
Aparato digestivo	93	168
Aparato respiratorio	70	119
Aparato reproductor	82	165
Aparato circulatorio	58	107
Sistema renal	50	85
Sistema nervioso y linfático	66	115
Sistema neuromuscular	45	70
Sistema óseo	26	47
Sistema inmunológico	22	51
Sistema endocrino	12	25
Piel	82	155
Ojos	32	46
Oído	32	43
Cáncer	21	35
Antídotos	18	26
Otras enfermedades	72	130
Total	781	1387

miento de las diversas enfermedades. El aparato digestivo comprende el mayor número de géneros (93) y 168 especies para tratar las enfermedades, le siguen el aparato reproductor y la piel con 82 géneros cada uno, con 165 y 155 especies respectivamente. Después la categoría de otras enfermedades con 72 géneros y 130 especies, luego el aparato respiratorio con 70 géneros y 119 especies, el sistema nervioso y linfático con 66 géneros y 115 especies, el aparato circulatorio con 58 géneros y 107 especies y el sistema renal con 50 géneros y 85 especies (Cuadro 14.25). Los géneros empleados en cada uno de los tipos de enfermedades se muestran en el apéndice 14.7.

En México la diversidad en entomomedicina comprende 12 órdenes con 104 especies registradas. Hymenoptera es el más utilizado, posteriormente siguen Hemiptera, Coleoptera y Orthoptera (Cuadro 14.26). Las especies de insectos medicinales se incluyen en 65 géneros distribuidos en los 12 órdenes: 1. *Acantocephala*; 2. *Acheta*; 3. *Aegiale*; 4. *Aeschna*; 5. *Anax*; 6. *Anmophila*; 7. *Apis*; 8. *Atta*; 9. *Banasa*; 10. *Blaps*; 11. *Bombus*; 12. *Bombyx*; 13. *Brachygastra*; 14. *Brachytrupes*; 15. *Callipogon*; 16.

Cuadro 14.26. Número de especies y órdenes de insectos medicinales en México.

Orden	No. spp.
Hymenoptera	37
Hemiptera	18
Coleoptera	15
Orthoptera	10
Homoptera	8
Lepidoptera	6
Diptera	2
Odonata	2
Trichoptera	2
Anoplura	2
Isoptera	1
Dermaptera	1
Total	104

Camponotus; 17. *Canthon*; 18. *Coccus*; 19. *Cochliomia*; 20. *Copris*; 21. *Chrysobothris*; 22. *Dactylopius*; 23. *Edessa*; 24. *Eucheira*; 25. *Eumenes*; 26. *Euschistus*; 27. *Forficula*; 28. *Frieseomelitta*; 29. *Heliocopris*; 30. *Hoplophorion*; 31. *Hydropsyche*; 32. *Laccifer*; 33. *Liometopum*; 34. *Lytta*; 35. *Mantis*; 36. *Melanoplus*; 37. *Melipona*; 38. *Meloe*; 39. *Microtermes*; 40. *Mischocytarus*; 41. *Musca*; 42. *Myrmecocystus*; 43. *Nezara*; 44. *Odontotaenius*; 45. *Oedopoea*; 46. *Pachilis*; 47. *Partamona*; 48. *Pediculus*; 49. *Pepsis*; 50. *Periplaneta*; 51. *Phasus*; 52. *Pogonomyrmex*; 53. *Polistes*; 54. *Polybia*; 55. *Scaptotrigona*; 56. *Schistocerca*; 57. *Sphenarium*; 58. *Stenopsyche*; 59. *Strategus*; 60. *Synoeca*; 61. *Taeniopoda*; 62. *Thrincopyge*; 63. *Trigona*; 64. *Vespula*, y 65. *Zopherus*.

ENFERMEDADES TRATADAS CON INSECTOS

El número de enfermedades en el mundo tratadas con insectos y registradas hasta la fecha es de 403, bajo el empleo de 1387 especies. El mayor porcentaje de ellas (16.38%) se refiere al aparato digestivo, siguen las de la piel con 14.89% y las del sistema nervioso y linfático con un porcentaje de 10.42%, luego las del aparato reproductor (9.18%), posteriormente las correspondientes al aparato respiratorio (8.68%), las de otras enfermedades (8.44%), las de los ojos (5.96%), las del sistema neuromuscular (4.22%), las usadas para combatir el cáncer (2.73%), las del sistema óseo (2.48%), las utilizadas para la inmunología y las usadas como antídotos con 1.74% cada una y, finalmente, las relacionadas con la endocrinología y el oído, cada una con 0.99%. (Cuadro 14.27). El número de especies mencionadas no corresponde al verdadero (386), ya que la mayoría de las especies se utilizan para más de una enfermedad, siendo un promedio general de 3.59 enfermedades por especie.

Del aparato digestivo son 66 las enfermedades tratadas. Se tratan con insectos los desórdenes intestinales, los debilitamientos de la salud, la dispepsia, la irritación gastrointestinal, la disentería, las úlceras, la diarrea, las hernias, los vómitos, los parásitos intestinales y algunas enfermedades del hígado con un número menor de especies utilizadas. La variedad de especies usadas nos hace pensar en que los antibióticos que poseen, así como las substancias vermicidas y biocidas, además de su elevado valor nutritivo, ayudan en algunos de los tratamientos.

Del aparato respiratorio son 35 las enfermedades que se curan con insectos, entre ellas tenemos

Cuadro 14.27. Total de enfermedades tratadas con insectos en el mundo. A: No. de enfermedades, B: % de enfermedades tratadas, C: no. de especies.

Tipo de enfermedades	A	B	C
Aparato digestivo	66	16.38	168
Aparato respiratorio	35	8.68	119
Aparato reproductor	37	9.18	165
Aparato circulatorio	22	5.46	107
Sistema renal	23	5.70	85
Sistema nervioso y linfático	42	10.42	115
Sistema neuromuscular	17	4.22	70
Sistema óseo	10	2.48	47
Sistema inmunológico	7	1.74	51
Sistema endocrino	4	0.99	25
Piel	60	14.89	155
Ojos	24	5.96	46
Oído	4	0.99	43
Cáncer	11	2.73	35
Antídotos	7	1.74	26
Otras enfermedades	34	8.44	130
Total	403	100.00	1387 (386)

la tos, donde se encuentra el mayor número de especies para su tratamiento, luego la tuberculosis, el tratamiento de los bronquios, las enfermedades de los pulmones, la faringitis, la difteria, el asma, la constipación, los pólipos nasales, y para la garganta inflamada y el dolor de la garganta son empleados grillos, cucarachas y abejorros. Por su acción, es posible que algunos insectos posean substancias broncodilatadoras, todos ellos poseen antibióticos y vitaminas que ayudan al fortalecimiento de este sistema y a la recuperación de la salud.

Dentro del aparato reproductor son 37 las enfermedades tratadas, la mayor parte de las especies se utilizan como afrodisíacos, luego para curar la amenorrea, como abortivo, como reguladores del flujo menstrual, como anticonceptivos, para el alivio de la impotencia, para tumores en los senos, para evitar quistes en el amamantamiento, contra la esterilidad y como tónico sexual. Los insectos, al alimentarse de diferentes plantas, poseen diversas substancias de tipo hormonal que pasan a través de sus alimentos y que se concentran en ellos, o en las mieles que poseen precursores de hormonas, minerales y vitaminas peculiares que son necesarios para la formación de las hormonas, o bien las hormonas vegetales mismas, que ayudan al control de estas enfermedades o también como estimulantes.

En el aparato circulatorio son 22 las enfermedades en que se usan los insectos, como son para disolver hematomas, para hemorroides, hemorragias, problemas de circulación, para disolver coágulos, en la anemia, para fortificar la sangre, que son las más importantes. Se puede pensar que las enzimas que poseen los insectos actúan en la disolución de hematomas, al igual que en la de los coágulos, para la anemia y fortificación sin duda actúa el elevado valor nutritivo que poseen, lo que redunda en una mejor salud.

En el sistema renal existe un total de 23 enfermedades tratadas, encontramos que la mayoría de las especies se usan como diuréticos, así como para el tratamiento del riñón, edemas y cálculos en la vejiga, incluso para la gota, la hidropesía, y el tratamiento de enfermedades urinarias, o bien para disolver obstrucciones de las vías urinarias. Aquí actúa, en muchos casos, la 'teoría de la semejanza', en donde los fémures de la pata trasera de los chapulines, grillos y tetigónidos tienen la forma de una vejiga, y esto increíblemente actúa, incluso en animales como las vacas y los cerdos, por ello quizás posean substancias que provocan diuresis.

Para el sistema nervioso y linfático existen 42 enfermedades que son tratadas con insectos; la principal es la escrófula y luego el dolor de dientes, pero también se usan como anestésicos y analgésicos, en el caso de delirios, en el tétanos, para quitar el dolor, para las neuralgias, para la poliomielitis, y en afecciones neurológicas y otros.

Para el sistema neuromuscular 17 enfermedades son tratadas, como las convulsiones, los calambres, el dolor de espalda, como antiespasmódicos y otros usos. Aquí deben estar involucradas substancias relajantes, analgésicas y antiespasmódicas.

En el sistema óseo 10 enfermedades son tratadas, de las cuales el dolor de costillas y el dolor de huesos son las más frecuentes. También para las fracturas y para la ostiomielitis. Algunos insectos poseen substancias analgésicas que alivian estos dolores.

En la inmunología son siete las enfermedades involucradas, entre ellas la artritis y el reumatismo que son las principales. Con la entrada de alergenos al cuerpo a través de los insectos, se provoca la activación del sistema inmunológico que está deprimido, al picar e introducir sus venenos. En el sistema endocrinológico son cuatro las enfermedades mencionadas, principalmente las de la tiroides, para combatir el bocio. Sin duda actúa el yodo que contienen los jumiles.

Las enfermedades tratadas en la piel son 60 y en donde se utiliza el mayor número de especies de insectos, en el tratamiento de las inflamaciones, en erupciones, en la formación de vesículas, en tumefacciones, en la roña, en el tratamiento de las heridas, en furúnculos infectados, verrugas, lepra, quemaduras u otras dolencias.

Las larvas de mosca, por ejemplo, comen microorganismos y secretan antibióticos y substancias cicatrizantes como la alantoina. Así mismo se utilizan los escarabajos que provocan vesicación, los que dan frescura a la piel reseca, y substancias como la miel que quitan la resequedad.

En el caso de los ojos se tratan 24 enfermedades y entre las más importantes se encuentran las cataratas, la queratitis, panooftalmitis, conjuntivitis, vista cansada, vista débil, nubes y pterigiones. Posiblemente deben actuar substancias

de tipo enzimático o substancias que actúan sobre microorganismos.

Para los oídos solo son cuatro enfermedades en que se emplean los insectos, como las del dolor de oído, la inflamación y la sordera.

En el tratamiento del cáncer se emplean insectos contra el cáncer de riñón, pulmón, hígado, tiroides y esófago.

Los insectos también se usan como antídoto contra la picadura de alacranes, serpientes e insectos, para combatir infecciones causadas por hongos, contra la desintoxicación y otras.

Existen otro tipo de tratamientos diversos en donde 34 enfermedades varias son tratadas por insectos, entre los cuales destaca su uso contra la fiebre.

En conclusión existen hasta la fecha 386 especies de insectos con uso medicinal en el mundo, que se utilizan para tratar 403 enfermedades de 16 tipos de aparatos y sistemas.

En México hasta la fecha se registran 104 especies comprendidas en 12 de los órdenes de la clase Insecta, de éstas algunas se utilizan en varias enfermedades dando un resultado de 630 usos en los diferentes aparatos y sistemas (Cuadro 14.28). Comparado con el total de enfermedades en el mundo (403), México abarca el 38.21% de ellas, es decir, 154. En primer lugar se encuentra el tratamiento de las enfermedades del aparato digestivo, posteriormente las enfermedades de la piel, luego las del aparato reproductor, las del aparato respiratorio, las del sistema nervioso y linfático, las del sistema renal y las del aparato circulatorio.

Cuadro 14.28. Total de enfermedades tratadas con insectos en la medicina tradicional de México. A: No. de enfermedades, B: % de enfermedades tratadas, C: no. de especies.

Tipo de enfermedades	A	B	C
Aparato digestivo	25	16.23	88
Aparato respiratorio	15	9.74	81
Aparato reproductor	18	11.69	61
Aparato circulatorio	10	6.49	37
Sistema renal	12	7.79	92
Sistema nervioso y linfático	13	8.44	80
Sistema neuromuscular	9	5.84	20
Sistema óseo	4	2.60	15
Sistema inmunológico	3	1.95	19
Sistema endocrino	4	2.60	20
Piel	24	15.58	57
Ojos	8	5.20	24
Oído	2	1.30	13
Cáncer	1	0.65	1
Antídotos	2	1.30	10
Otras enfermedades	4	2.60	12
Total	154	100.00	630 (104)

GEOGRAFÍA DE LA ETNOENTOMOMEDICINA

Aunque son pocos los países (Brasil, China y México) que en la actualidad se dedican al estudio de la etnoentomomedicina de manera formal, tenemos registros del uso de insectos en la medicina tradicional en 79 de ellos (Apéndice 14.28, Fig. 14.23). Estos países abarcan todos los continentes del planeta y 15 están en América (18.99%), 19 en Europa (24.05%), 33 en Asia, (el 41.77%), 11 en África (13.92%) y uno en Australia (1.27%) de los registrados hasta ahora; esto puede ser un leve reflejo de la realidad, ya que aquellos países llamados subdesarrollados se valen de los insectos para tratamiento de las enfermedades, pero muy pocos se han dedicado a su estudio sistemático.

Como se puede advertir, en Asia es donde existe el mayor número de países que utilizan insectos en sus medicinas; China desde hace milenios los usó y los sigue empleando, al igual que Europa. En América apenas se empiezan a conocer y se puede decir que ni África ni Australia han sido exploradas en este aspecto, al igual que varios países de otros continentes de todo el mundo, en donde sin duda una vez emprendido el estudio se acumularía una cantidad significativa de insectos medicinales. También se puede afirmar que aunque Europa haya registrado 19 países y América 15, en ese continente la farmacopea de este tipo tiene muchos siglos y para este trabajo registramos especies citadas desde 1700, por lo que quizás su utilización actual es menor y también es menor el número de especies empleadas. En Asia esta tradición parece ser actual (excepto China) y además es el continente más grande. Además puede decirse que Australia es virgen en este aspecto.

Fig. 14.23. Distribución geográfica de la utilización de insectos medicinales en el mundo.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA EN MÉXICO

Los insectos con fines medicinales se utilizan en diferentes partes de la República Mexicana, comprendiendo 21 de los 32 estados, éstos se localizan en el área central, sur y sureste del país, registrados en localidades que se encuentran en diferentes altitudes y en todo tipo de ecosistemas. (Fig. 14.24). Los estados en los que se registraron son: Campeche, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán.

ETNICIDAD

Hasta la fecha tenemos registradas 30 etnias que en México practican la entomomedicina, generalmente utilizando las especies que se encuentran en sus alrededores y de diferentes formas para aliviar las diversas enfermedades. Entre las principales están los nahuas, otomíes, otopames, mazahuas, mixtecos, zapotecos, lacandones, tojolabales, totonacos y mayas, preparándolos de diferentes maneras. Una lista completa de las etnias se da a continuación: amuzgos, coras, cuicatecos, chatinos, chinantecos, choles, huastecos, huicholes, lacandones, matlatzincas, mazahuas, mazatecos, mixes, mixtecos, nahuas, otomíes, otopames, popolucas, tarascos, tepehuanes, tepehuas, tlapanecos, tojolabales, totonacos, triques, tzeltales, tzotziles, yutoaztecas, zapotecos y zoques. En relación con su distribución geográfica, algunas especies están ampliamente distribuidas y son usadas, pero otras están limitadas a una sola área o a lugares específicos. Igualmente una especie cosmopolita puede (*v. gr.*, *Gryllus* spp., *Periplaneta americana* L., *Forficula auricularia* L.) no ser empleada para los mismos fines en diferentes lugares.

Fig. 14.24. Distribución geográfica de la utilización de insectos medicinales en México.

En el caso de las especies endémicas, su uso es muy particular y local, como en el caso de las chinches de Taxco (que alivian el bocio) u otras especies de insectos de distribución un poco más amplia, por ejemplo *Eucheira* o *Pachilis* que se usan para la tosferina. Se puede pensar que cuando hay muchas especies utilizadas para las mismas enfermedades, aquellas contienen los mismos compuestos biodinámicos o tienen substancias parecidas, pero quizás en diferente cantidad o concentración, como es el caso de las hormigas *Atta* y *Acromyrmex* o en los jumiles de los géneros *Edessa* o *Euschistus*. Igualmente en el caso de la miel de diversas abejas con y sin aguijón que se utilizan para curar algunas enfermedades, entre ellas las de los ojos, las quemaduras, la sarna y otras. También se usan las mieles de las avispas de los géneros *Brachygastra* y *Polybia* o incluso las de las hormigas del género *Myrmecocystus*.

FORMAS DE USO Y DOSIS

Existen maneras diversas de cómo los insectos se emplean en la medicina tradicional (Ramos-Elorduy, 2000b):

1. Los insectos se pueden utilizar enteros, secos, molidos y/o hervidos.
2. Se puede utilizar solo una parte de ellos (abdomen, patas, etc.).
3. Se pueden utilizar sus productos: miel, cera, propóleos, panales.
4. Se pueden utilizar sus secreciones o excreciones, por ejemplo las excretas de *Bombyx mori* L. o las secreciones de diversos homópteros.
5. Se pueden utilizar los tejidos deformados que ocasionan, como las agallas.
6. En algunos casos los insectos no se utilizan solos, sino mezclados con plantas y en algunos casos también con otras cosas (miel, lodo, cebo).

7. Se los emplea vivos, para ingerirse o para untarse.
8. Se los emplea vivos y machacados para formar ungüentos, pomadas o cataplasmas y mezclados o no con plantas.
9. Se los emplea vivos y mezclados con sus propios productos (miel, polen, cría).
10. Se los emplea hervidos, consumiendo tanto el organismo como el líquido en el cual se hirvió, en donde sin duda existen los principios activos y/o mezclados o no con plantas.
11. Secos y molidos para agregarles poca agua y ponerlos como cataplasmas o ingerirlos, o con la tierra del termitero en el caso de aplicación de las termitas machacadas.
12. Cuando se utiliza solo una parte del cuerpo (el fémur de la pata posterior, parecido a una vejiga, se usa como diurético; o los cuernos o salientes del pronoto de escarabajos melolóntidos, que semejan un pene erguido, se raspan hasta formar un polvo, o como lo es la ingestión de diversas larvas de mariposas o escarabajos generalmente sin cabeza usados con el mismo propósito), aquí actúa la teoría de la semejanza, al igual que es lo que sucede con algunas de las plantas medicinales. En San Rafael Río Seco, Veracruz, por ejemplo, los hombres consumen abejas (*Apis mellifera* L.) vivas para adquirir mayor potencia sexual.

Se puede decir que solo para algunas especies existe una dosificación dada, la cual no fue posible determinar. Sin embargo, algunas veces la gente se refería a 'diariamente' o a ' tres veces al día' o, en caso de dolor, 'una poción' o en caso de sentirse débil 'hasta recuperar la fuerza'. Las medidas van, por ejemplo, una cucharada de polvo (chapulines) o una cucharadita de miel (abejas) o tres de las patas posteriores hervidas en un litro de agua durante un rato, o bien 'una gota en cada ojo' (mieles de avispas, abejas y hormigas) o una abeja viva de la colmena para fortificarse, 'un tanto con agua hasta hacerlo una pasta', o con pulque, o 'el raspado de tres cuernos de escarabajos para armar' (Ramos-Elorduy, 2000b).

RECOLECCIÓN Y PRESERVACIÓN PARA ENTOMOMEDICINA

En ocasiones la elección del insecto está ligada al tamaño del huésped (edad en plantas perennes). También en qué parte de la planta se encuentran, o cuando son polífagos los de una determinada especie vegetal, o bien asocian el hecho de que "porque luego ya no es tan bueno" (efectivo) y/o también a un estado de desarrollo particular del mismo insecto, es decir, eligen a alguno de los estados inmaduros del insecto o al estado adulto, y en algunos casos también al sexo del mismo.

En México, la forma de obtención de los insectos para fines medicinales por lo general es muy temprano por la mañana, capturándose en grandes cantidades en época de abundancia, preservándose en forma de polvo o en soluciones, mezclados con algunas hierbas, o bien secos y enteros para prepararse según el requerimiento en el caso de necesitarlos, como cataplasma o hervirlos. Solo cuando se utilizan vivos, su uso se hace en el tiempo en que se encuentran en la naturaleza. Las mieles, tanto para ingestión como para aplicación local o para los ojos, se almacenan en recipientes de vidrio, o bien el caso de abejas con o sin aguijón y de las avispas Polybinae, la gente tiene el nido en su casa o cerca de ella haciendo acopio de él cuando lo necesitan.

La gente que los utiliza argumenta que es porque se lo dijo el curandero, el brujo, el médico tradicional, la abuelita o alguna otra persona de experiencia, también porque 'no les cuestan', igualmente porque 'así saben que otra gente lo hace' y/o porque 'sienten alivio a su dolencia'. También en ciertos casos, la mayor efectividad del insecto puede estar en relación con una determinada localidad lo que, sin duda, debe de estar asociado a la composición vegetal de la misma o a un ecosistema diferente o a la composición y/o propiedades que el suelo del lugar tenga, como sucede con las especies polífagas u omnívoras, al igual que con las especies euriecas, siendo restringido en las estenoecas, debido al relieve complejo de nuestro país.

FARMACOPEA CON INSECTOS

Se podría pensar que si los insectos tienen tantos usos, no poseen en verdad capacidad terapéutica y solo presentan efecto placebo, pero estos insectos deben poseer virtudes curativas, ya que de alguna manera fueron seleccionados de entre cientos de especies simpátridas, a lo largo de siglos.

Sin embargo, se requieren estudios más profundos para definir el asunto correctamente.

Los medicamentos elaborados a base de insectos, aunque empírica y pragmáticamente utilizados, sin duda tienen principios activos asociados a substancias que quizás actúan sinérgicamente, elevando o disminuyendo la acción farmacológica específica y determinada del principio activo, pero no existen estudios profundos sobre ellos. Sin embargo, se tienen casos como el de la pederina, derivada de los escarabajos Staphylinidae (*Paedaerus* spp.) (Capelli *et al.*, 1982), o los de la cantaridina derivados de *Lytta vessicatoria*, y los de la luciferina y luciferasa provenientes de diversas especies de luciérnagas. También se han hecho estudios sobre la actividad bactericida de los venenos de abejas u hormigas en el desarrollo de *Micrococcus pyogenes*, *Streptococcus* spp., *Escherichia coli* y *Lactobacilus casei* (Piek, 1986).

A pesar de todo ello, los insectos siempre han tenido un lugar en las farmacopeas locales en función de las condiciones ofrecidas por el medio ambiente circundante; aunque existe un mercadeo de ellos en diferentes partes, en general en el mismo estado o país, en el extranjero ocurre sobre todo entre los emigrados, que los demandan en las tiendas de sus congéneres en el nuevo lugar de residencia, tal es el caso de *Hepialus armoricanus* Ober., parasitado por *Cordiceps*, que se originó en China y se vende en toda Asia, Canadá, Estados Unidos y ahora también en México.

En algunas poblaciones su papel terapéutico directo o indirecto (a través de la alimentación) es muy importante. Sin embargo, son pocos los insectos que actualmente entran en la elaboración de los productos farmacéuticos modernos de la medicina alopática, como la cantaridina proveniente del escarabajo *Lytta vessicatoria* (mosca española), que se utiliza en enfermedades de tipo urogenital, o el de la luciferina y/o luciferasa provenientes de escarabajos productores de luz fría, utilizados en diferentes afecciones hepáticas.

También se ha registrado la existencia de un alucinógeno en un insecto de Brasil (Britton, 1984). Actualmente, algunos venenos de avispas se utilizan como alergenos en Estados Unidos. Igualmente algunos insectos, como las abejas, avispas, grillos, piojos y cucarachas, se usan en especialidades homeopáticas en diferentes partes del mundo.

De los estudios realizados en colaboración con la Universidad de Montpellier I en Francia, se llevó a cabo el primer rastreo químico en insectos utilizados en la medicina tradicional en México. Con este fin, encontramos en ellos proteínas, alcaloides, azúcares, cumarinas, quinonas libres, taninos gálicos, taninos condensados, catequinas, flavonoides, derivados del ácido fenólico, saponinas, tropolones, iridoides, carotenoides, tripertenoides y esteroides, así como polioles (Andary *et al.*, 2000). En chapulines (*Sphenarium purpurascens* Carp.) Silva *et al.* (1993) registró la presencia de cumarinas. Esta fuente de substancias de origen animal, activas terapéuticamente, desde hace mucho ha sido desplazada por los productos de origen vegetal, hacia los cuales se han dirigido las investigaciones científicas. Esto es fácil de entender, las plantas son sésiles, fáciles de localizar y de vigilar, sencillas de cultivar y, actualmente su factibilidad, productividad y rentabilidad son altas, y susceptibles de exportarlas reducidas a polvo o secas. En cambio, los insectos requieren de una infraestructura que si bien en muchos casos es simple e ínfima, significa una inversión. Además los insectos se mueven dentro de una misma área o fuera de ésta, lo que implica un gasto mayor de energía para recolectarlos y también un costo que, aunque bajo, también se debe considerar, al igual que su preservación y su almacenamiento.

No obstante el interés que para el hombre podrían tener aquellas especies registradas con acción medicinal, los estudios e inversión para investigaciones son muy escasos. Las comparaciones diacrónicas y sincrónicas de los resultados de campo y el uso de estas especies o de especies cercanas, entre las numerosas poblaciones de los diversos países del mundo, muestran fenómenos de convergencia que deben llamar nuestra atención, al enfatizarse su uso tan difundido. Por otro lado, están las verificaciones realizadas directamente en el campo como las propiedades vesicantes de numerosas especies, cuya actividad y sanidad se comprueban fácilmente, o la acción anestésica de ciertos jumiles y de otros insectos capaces de aliviar dolor.

Cuando se ha reconocido la acción terapéutica de los insectos, sin duda ha sido azarosamente, en otros casos por prueba y error y/o por diversos ensayos empíricos. De ahí que en la práctica

de la etnoentomomedicina haya un conocimiento profundo y un análisis y una lógica exacerbada por parte de los lugareños; aunque también hay substancias que tienen una acción bien comprobada, como lo son los de las abejas y sus productos (Donadieu, 1979, 1980, Parthenieu, 1981, Klobusitz, 1971), los antibióticos de las cavidades bucales y/o glándulas mandibulares de las hormigas del género *Atta* (Bayer, 1979) o en la cutícula misma de diversas especies (Goodman, 1989).

En México, los jumiles, las abejas y sus productos, la mosca española, las hormigas chicatanas, las moscas y otros más tienen un valor medicinal demostrado e indudablemente poseen compuestos biodinámicos para el tratamiento de diversas enfermedades, pero han recibido poca atención por parte de científicos e industriales. Quizás ello se deba al desconocimiento de esta clase de animales y de sus usos; por ser muy escasos los estudios al respecto, la etnoentomomedicina es un campo casi virgen con multitud de facetas por desarrollar. Esta disciplina puede ser muy redituable, ya que no solo concentran principios vegetales, sino que contienen sustancias sintetizadas por ellos mismos y que les son propias, como las de tipo enzimático, hormonal, feromonal, venenos, toxinas y otras. También su hemolinfa se encuentra llena de substancias antimicrobianas de varias clases (Berembaum, 1995) y/o compuestos propios para cada especie. En comparación, en China su uso es tan común que muchas especies se cultivan y venden, ante un mercado profuso que las reclama por la eficacia que han demostrado en el tratamiento de diversas enfermedades.

Un ejemplo para ilustrarnos puede ser el de la abeja de la miel (*Apis* spp.), que se han investigado desde muchos puntos de vista, existiendo más de 500 tratados sobre ella. Se explota en el campo medicinal, que constituye la llamada apiterapia e incluye la aplicación de sus productos por diferentes medios (ingestión, inhalaciones, ionizaciones, inyecciones, pomadas y otros) y también la elaboración de productos medicinales lanzados al mercado basándose en sus principios activos, como son: el Melitin, el Oftalmosept, el Apinen, el Apicosan, el Api, y muchos otros que han demostrado su eficacia con el método científico y experimentados estadísticamente (Donadieu, 1980 Pochinkova, 1981). Tales productos son envasados por países europeos.

INSECTOS PARA FORRAJE A TRAVÉS DEL RECICLAJE DE DESECHOS ORGÁNICOS

El problema grave que representan los desechos de todo tipo, generados actualmente en cantidades estratosféricas por la forma de vida moderna de la humanidad es trascendente. El enorme crecimiento poblacional de la especie humana, el desarrollo de la industria y la tecnología han alterado el equilibrio ecológico, por su enorme consumo de energía y por la producción de grandes cantidades de desechos de todo tipo (Benítez, 1990), los que ocasionan problemas de contaminación severos. Por otro lado, sabiendo que muchos insectos son recicladores naturales, agentes esenciales en la transformación de diversos desechos *in situ*, ya que se alimentan y explotan prácticamente cualquier fuente en todos los niveles de plantas y animales del planeta, y conociendo la gran cantidad de desechos orgánicos que existen, surgió la línea de investigación "Reciclaje de desechos orgánicos con el empleo de insectos y su ulterior uso en alimentación animal".

La contaminación es un problema complejo, que amerita estudios para su resolución y a la que hay que abordar desde diferentes puntos de vista. En la Ciudad de México, por ejemplo, se desechan 17 mil toneladas de basura al día (Restrepo & Philips, 1985) y de éstas un gran porcentaje es de origen orgánico. En general a esta materia orgánica se le trata de dar un uso agrícola, pero va cargada de metales pesados (Hg, Ph Cr), biocidas y otros compuestos. (Rostagnat, 1990). Por mucho tiempo, los subproductos pecuarios, como las excretas de vacas, cerdos, reses y borregos estabulados, cuya cantidad llega a ascender a 103 680 toneladas por año en el cultivo de puercos existente en La Piedad, Michoacán, y las 730 mil toneladas por año producidas en la planta lechera de Tizayuca, Hidalgo no han tenido un tratamiento adecuado. Además, los desechos del campo generalmente han estado destinados a elaborar fertilizantes (FAO, 1982). Incluso se ha realizado la producción de biogás a través del tratamiento de estos desechos con microorganismos.

La contaminación del suelo, a diferencia de la del aire y del agua, es irrevocable, lo que indirectamente facilita la introducción de toxinas en las cadenas alimenticias, al provocarse lixiviados que

acarrean la pérdida del suelo y hacen imposible el desarrollo de formas vegetales (Vázquez, 1986), pero hasta ahora no existen tratamientos económicamente redituables. Por ello entonces, se deben orientar las tecnologías de procesamiento de estos desechos, al igual que efectuar una reorientación de las políticas de producción, consumo y reaprovechamiento de los recursos y reanalizar sus consecuencias ambientales y sobre todo las que tienen en la salud.

LOS INSECTOS Y SU ECOFISIOLOGÍA

Los animales actúan como transformadores de los diferentes niveles de energía, de un nivel generalmente bajo que poseen las plantas a niveles superiores que poseen los animales. Sin embargo, existen, dependiendo del tipo de animal, diferentes grados de eficacia en esta trasformación de la energía. Los insectos son transductores más eficientes que los otros grupos animales, ya que por tener un ciclo de vida corto, muestran una velocidad de transferencia más rápida, presentando además buena eficiencia de conversión, gran poder de reproducción y una adaptación muy elevada. Como punto crucial, tienen gran variedad de regímenes alimenticios. Es necesario señalar que las poblaciones con mayor velocidad de crecimiento son las que dominan las fuentes de energía y los insectos solo son superados por los microorganismos.

Conociendo el valor nutritivo que poseen los insectos (Chavakunda, 1975; DeFoliart, 1975; Oliveira *et al.*, 1976; Malaise & Parent 1980; Ramos-Elorduy *et al.*, 1982, 1984, 1985, 1997; Kodonki *et al.*, 1984; Ramos-Elorduy, Pino & Romero, 1988; Ramos-Elorduy, Pino & Villegas, 1988; Ramos-Elorduy, Morales, Pino & Nieto, 1988; Conconi, 1993; Ladrón de Guevara *et al.*, 1995; Bukkens, 1997; Mitsuhashi, 1997a,b; Ramos-Elorduy, 1997 a,b, 2000b; Ramos-Elorduy, Pino & Cuevas, 1998; Ramos-Elorduy, Pino & Muñoz, 1998; Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino, 2002; Ramos-Elorduy, Ávila, Pino & Sandoval, 2002; Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003) y su eficiencia en la transformación del alimento en peso de su propio cuerpo, se puede afirmar que los insectos son altamente eficientes en su conversión y comparados con las reses, borregos, chivos y pollos, vemos que solo compiten con el pollo, que es uno de los animales más eficientes (Taylor, 1975). En una agroindustria productora de insumos para animales esto es de enorme valor.

Goodman (1989) citó que en la cutícula que recubre su cuerpo, los insectos poseen substancias antibióticas que ellos mismos forman y, por ello, no hay desarrollo de microorganismos patógenos, como sucede con otros organismos como los peces, por ejemplo, la anchoveta peruana, cuyo sabor no se neutraliza jamás, la cual es ampliamente utilizada en nutrición animal y que generalmente se exporta a Europa, desarrolla no solo hongos sino también bacterias patógenas como las salmonelas. Esto, aunque no se ha estudiado exhaustivamente hasta ahora, no se ha encontrado en los insectos. Se ha visto que hay una cantidad mínima de bacterias coliformes fecales y de aerobias mesófilas, cuya cifra es mucho menor que las presentes, por ejemplo, en la carne de pollo y la de pescado. Por lo tanto la calidad microbiológica de los insectos es aceptable (Valle *et al.*, 1985).

Por otra parte, su preservación es simple, su manejo es barato, su procesamiento es mínimo y por lo tanto no caro, y sus cualidades biológicas favorecen su instrumentación como alimento agropecuario. El desarrollo de este tipo de recurso proveería numerosas ventajas al utilizar la gran variedad de nutrimentos que los insectos poseen, sobre todo sus proteínas.

También hay que preguntarse, ¿cuál es la biomasa aprovechable de estos productos alternativos como son los insectos al ser empleados como forraje? Y la respuesta es, su aprovechamiento es integral.

ALIMENTACIÓN ANIMAL

La alimentación animal se encuentra en crisis, los insumos en la parte más importante de la ración que son las proteínas, generalmente son de importación. Esto ha elevado mucho los precios y ha conducido a una merma en diferentes aspectos en la producción de leche, carne y huevo en el país, lo que ha decrementado, y continuará haciéndolo, la dieta del mexicano en lo relativo a la ingesta de la proteína animal cotidiana. Con frecuencia, las raciones animales deben incluir una dieta balanceada con alrededor de un 26% de contenido

proteínico, dependiendo del animal de que se trate. En un sentido amplio, la alimentación animal ha estado basada en un 60 a 70% en granos de cereales (maíz, trigo, sorgo, arroz, cebada y avena), que principalmente aportan la energía de la ración, pues poseen un contenido elevado de carbohidratos y poca cantidad de proteínas (9-13%) (Cuca *et al.*, 1980). Éstos son deficitarios en algún aminoácido esencial, más particularmente en lisina, metionina y en otros casos treonina o algún otro (Ávila, 1980, 1981). Por ello se buscan otras fuentes de estos nutrimentos, como harina de pescado, soya, ajonjolí, girasol, cártamo, nabo, harinolina, garbanzo, alga espirulina, cacahuate, pasta de nabo, harina de alfalfa y lirio acuático. Como los insectos son ricos en estos aminoácidos esenciales habría que tomarlos en consideración en este tipo de alimentación.

La producción escasa de insumos para la nutrición animal obliga a la búsqueda de alternativas de substitución factibles, cuyo abasto esté garantizado y cuyo costo sea accesible. Hasta ahora, los insectos no han sido vislumbrados como agentes forrajeros, ni recicladores, solo se los ha asociado negativamente con la basura. Sin embargo, los insectos son una alternativa factible al emplearse en el reciclaje de desechos orgánicos y obtener así una biomasa rica en proteínas que pueda incluirse en las raciones de diversos animales. También deben tomarse en cuenta por ser proveedores de otras substancias como ácidos grasos, pigmentos, vitaminas y/o minerales de origen natural, lo que los califica como una buena fuente alimenticia para todo tipo de animales.

ALIMENTACIÓN DE TRASPATIO

Sustentándonos en la tradicional alimentación de traspatio, técnica legendaria usada para obtención de alimentos familiares, en la que hay un conocimiento pragmático profundo y donde se da un asertivo flujo de las energías, que es lo que le ha conferido su sustentabilidad. En este tipo de manejo, el reciclaje está generalizado y hay un enlace seminatural de interacción óptima de las diferentes especies biológicas involucradas, para así minimizar estos desperdicios y maximizar su aprovechamiento, donde finalmente se cierre el flujo de energía.

RECICLAJE CON USO DE INSECTOS

En la clase Insecta existen especies omnívoras y otras cuyo régimen alimenticio es a base de detritos o bien de los microorganismos que ahí se generen. Entonces, aprovechando esto, los insectos se pueden usar en condiciones de laboratorio controladas como biotransformadores capaces de convertir los desechos orgánicos en una biomasa animal altamente nutritiva, necesaria y deseable para la alimentación animal. Dada su capacidad fisiológica, transforman desechos de bajo valor nutritivo en compuestos de mayor valor biológico y de una mejor calidad, entre ellos las proteínas y las grasas que son muy necesarias para proveer energía, permitiendo además la asimilación eficiente de las proteínas (Ramos-Elorduy, Pino & Romero,1988; Ramos-Elorduy & Pino, 1990 a, b; Ramos-Elorduy, 1997a, b, 2000b; Ramos Calcaneo *et al.*, 1999).

Algunos autores han trabajado sobre reciclaje de diversos tipos de desechos, entre ellos, Teotia & Miller (1973, 1974), Miller *et al.* (1974), Morgan & Ebi (1975), Papp (1975), Battacharya & Taylor (1975), Reyes (1975, 1979), Dashefky *et al.* (1976), Lozano (1978), Zuñiga (1978), Pacheco (1979), Dhaliwal *et al.* (1980), Flores (1981), DeFoliart *et al.* (1982), El-Boushy *et al.* (1985), Andrade (1987), Lardé (1987), Nakagaki *et al.* (1987), Chrappa *et al.* (1990), Rodríguez *et al.* (1992), Despins (1994) y Sonaya (1995), y en general estos autores hicieron el reciclaje en condiciones naturales.

Los desechos por reciclar se obtuvieron de diferentes fuentes (casas, restaurantes, central de abasto, industrias procesadoras de alimentos, granjas agropecuarias y otros). Luego aquellos fueron separados para realizar análisis químicos y conocer su valor nutritivo, mezclándolos posteriormente para ser transformados por los insectos a través del reciclaje.

ESTUDIOS DE RECICLAJE

Reciclaje de desechos orgánicos vegetales. Para obtener las biomasas insectiles a través del reciclaje, primero hicimos el análisis bromatológico de distintos desechos de origen vegetal y así determinar su valor nutritivo (cuadro 14.29). Luego se mezclaron en diferentes proporciones. En el cua-

Cuadro 14.29. Valor nutritivo de algunos desechos de origen vegetal (base seca g/100g). Tomado de Ramos-Elorduy (2000b).

Cáscaras de	Proteínas	Grasas	S. mineral	Fibra cruda	H. de carbono	Kcal
Piña	6.99	10.59	3.17	13.46	65.79	386.43
Mango	2.79	11.12	1.81	4.71	79.57	429.52
Naranja	5.84	4.44	3.21	12.82	73.66	357.96
Plátano	6.72	7.84	5.94	5.21	74.27	394.52
Zanahoria	6.17	7.64	5.44	12.57	68.21	366.28
Bagazo de caña de azúcar	2.96	8.31	2.11	20.95	65.67	348.91
Cascarilla de cacao	12.26	7.33	14.84	18.62	46.93	302.73
Caña	6.41	11.86	12.05	31.00	38.66	287.02

dro 14.30, se muestra el incremento que tuvieron en varios de los parámetros al mezclarse estos desechos, así como un ligero aumento en calorías. También se ensayaron mezclas distintas agregando otros productos como levadura de cerveza y sus propias excretas, con el propósito de equilibrar las raciones, obtener un mayor porcentaje de proteínas en ellas y así incrementar la productividad insectil (cuadro 14.31). Como un ejemplo, empleando al gusano amarillo la biomasa obtenida se cuadruplicó, abarcando de 510 a 2100 individuos, pero en general se puede ver que la productividad aumentó en diferentes proporciones y donde el valor promedio por organismo es de 0.0798 g (Cuadro 14.32). El valor nutritivo de este gusano presentó una variación ligera cuando el porcentaje de proteínas de las diferentes dietas fue de alrededor de 20% (Cuadro 14.33). En cuanto a los aminoácidos que componen las proteínas de estos organismos, se puede decir que éstos varían dependiendo de la dieta, en varios casos se incrementan algunos de ellos, y en otros disminuyen, pero en general, superiores a los del lote control (Ramos-Elorduy & Pino, 1990a; Ramos-Elorduy *et al.*, 2000; Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino, 2002).

Reciclaje con desechos de origen animal. De la misma manera se realizó el reciclaje de desechos orgánicos de origen animal, cuyo valor nutritivo se muestra en el cuadro 14.34, en donde se nota que su tasa de proteínas es muy superior a la de los desechos orgánicos de origen vegetal (Cuadro 14.29) y que la cantidad de hidratos de carbono y de grasas es menor, no así la de sales minerales, existiendo también una enorme variabilidad en la cantidad de calorías que contienen. En el caso de la gallinaza el contenido de proteínas es casi del doble de las otras fuentes, ya que la de la borregaza y el estiércol solo poseen la mitad o menos (Cuadro 14.35), pero todos estos desechos contienen una cantidad de éstas significativamente mayor que la de los desechos orgánicos de origen vegetal. En este caso se nota gran variabilidad en la obtención de las biomasas insectiles, tanto entre los desechos como en el

Cuadro 14.30. Valor nutritivo de diferentes desechos de origen vegetal mezclados (base seca g/100g). Tomado de Ramos-Elorduy (2000b).

Medios	Proteínas	Grasas	S. mineral	Fibra cruda	H. de carb.	Cal/100g	Tipo
1	5.16	10.44	8.67	11.06	64.64	373.16	crudo
2	7.86	13.64	4.56	13.31	60.63	430.97	crudo
3	18.08	16.86	6.67	3.91	66.54	449.98	cocido
4	6.33	0.95	7.68	15.79	69.25	348.67	crudo
5	7.79	8.31	5.94	6.73	71.23	409.06	cocido
6	7.34	5.21	4.85	12.20	70.40	396.72	crudo y cocido

Cuadro 14.31. Valor nutritivo de dietas balanceadas a 20% de proteínas empleando desechos vegetales y otros productos (base seca g/100g). Tomado de Ramos-Elorduy (2000b).

Dietas	Proteínas	Grasas	S. minerales	Fibra cruda	H. de carb.	Kcal
A	19.99	9.38	8.03	16.15	49.24	393.81
B	19.88	8.28	8.43	13.73	52.38	387.54
C	20.09	7.55	7.91	16.67	50.48	373.37
D	19.99	5.57	7.05	12.31	57.75	387.81
E	20.12	8.08	7.99	14.75	51.76	384.03
F	19.98	9.01	7.55	13.33	52.83	396.59

Cuadro 14.32. Biomasas obtenidas en el reciclaje de desechos orgánicos de origen vegetal empleando gusano amarillo. Tomado de Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino (2002).

Ensayos /Productividad (Número de organismos)			
510	1022	1250	1481
760	1038	1250	1558
763	1100	1250	1560
773	1125	1298	1568
805	1143	1300	1680
930	1200	1300	1720
930	1207	1374	2100
956	1232	1375	Promedio 1112.54

Cuadro 14.33. Valor nutritivo del gusano amarillo (base seca, g/100 g). Tomado de Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino (2002).

Proteína	Grasas	S. minerales	Fibra cruda	H. de carb.	Kcal
44.73	46.39	2.42	4.680	0.98	623.20
48.00	41.83	3.11	4.915	2.15	611.82
43.90	43.90	3.13	5.230	3.84	627.21
47.91	41.07	2.29	4.440	4.29	623.83
46.14	43.30	2.73	4.810	2.81	621.52

mismo desecho y pasan de cantidades mínimas a biomasas importantes.

Las biomasas obtenidas al emplear desechos orgánicos animales varió dependiendo del substrato ofrecido, el cual en el primer ensayo era usado solo, y posteriormente se fueron agregando diferentes compuestos como la propia excreta, levadura de cerveza e incluyendo además a los desechos orgánicos de origen vegetal en diferente proporción, que son las últimas cifras, en donde, como se puede ver, con el uso de los desechos vegetales se incrementa la productividad. El valor promedio por organismo fue de 0.0114 g. Así que puede advertirse que eran organismos muy pequeños y que quizás dentro de los desechos orgánicos de origen animal exista algún factor que impida su desarrollo, o bien, estos desechos no eran frescos y ya habían sido reciclados por otros organismos como las moscas y/o diversos microorganismos. El valor nutritivo de los insectos provenientes del reciclaje de desechos orgánicos de origen animal (cuadro 14.36), por lo general incrementa substancialmente su contenido en proteínas variando hasta en un 24%, pero disminuye de manera significativa su contenido en grasas y aumenta en más del 50% el de los hidratos de carbono que contie-

Cuadro 14.34. Valor nutritivo de desechos orgánicos de origen animal (base seca g/100g). Tomados de Lagunes & García (1994).

Dieta	Proteínas	Grasas	S. Minerales	Fibra cruda	H. de carb.	Kcal
Gallinaza	33.86	6.83	12.04	7.77	38.90	637.52
Borregaza	14.96	5.35	29.83	16.28	33.58	266.58
Estiércol	14.35	3.61	50.76	19.38	11.90	150.62

Cuadro 14.35. Valores promedio de las biomasas obtenidas del gusano amarillo en el reciclaje de desechos orgánicos de origen animal. Modificado de Lagunes & García (1994). L= levadura, E= excreta, D.O.A.= desechos orgánicos animales, D.O.V.= desechos orgánicos vegetales.

Tipo	Testigo	Gallinaza	Estiércol	Borregaza
D.O.A	977	608	12	12
D.O.A.	980	688	84	14
D.O.A. + levadura	1040	933	1004	171
D.O.A. + levadura + excreta	1059	1014	1297	1184
D.O.A. + lev + excreta+ D.O.V.	1100	1169	2930	1454
D.O.A. + lev + excreta + D.O.V.	1110	1976		

Cuadro 14.36. Valor nutritivo del gusano amarillo cultivado con desechos orgánicos de origen vegetal y animal (base seca g/100g). Datos tomados de Lagunes & García (1994). L = Levadura; DOV = Desechos orgánicos vegetales.

Dieta	Proteínas	Grasas	S. minerales	Fibra cruda	H. de carb.	Kcal
Gallinaza + L	58.08	16.69	4.62	7.25	13.36	471.69
Gallinaza + DOV	51.45	29.07	3.61	5.62	10.25	539.29
Estiércol +L	69.44	2.25	9.08	8.10	11.14	382.86
Estiércol + DOV	52.98	21.09	6.35	8.74	10.84	477.00
Borregaza + L	64.70	3.02	7.66	10.36	14.26	382.50
Borregaza + DOV	46.69	33.76	4.21	5.97	9.37	556.12
Testigo	44.67	37.27	3.20	4.96	7.06	568.31

nen. Además, el contenido energético es menor que el del efectuado en desechos orgánicos de origen vegetal. La calidad de sus proteínas no ha sido todavía estudiada, pero sin duda lo que ocurre se presenta cuando se reciclan desechos orgánicos de origen vegetal, es decir, las cantidades de los diversos aminoácidos esenciales varía.

En efecto, los insectos efectúan una transducción elevada de estos nutrimentos, principalmente de aquellos de origen vegetal, con mayor o menor eficacia dependiendo de la especie de insecto y del medio empleado. Además, es importante mencionar que consumen la totalidad o casi totalidad del substrato, dependiendo también del tipo de medio utilizado, obteniéndose biomasas que contienen cantidades importantes de proteínas de origen animal. Hemos empleado diferentes especies de moscas, cucarachas, chapulines y grillos al reciclar diversos desechos, observando que estos insectos transforman del 5 al 8% de proteínas de mala calidad que contienen los desechos en 44 a 63% de proteínas de buena calidad (Ramos-Elorduy, 1997a, 1998), por ello, los desechos de tipo orgánico de origen vegetal podrían utilizarse para obtener proteínas a precios reducidos para la alimentación animal. De esta manera, se ha implementado una serie de experimentos tendientes a obtener la biomasa insectil en condiciones favo-

Cuadro 14.37. Resultados obtenidos de alimentación animal empleando insectos. Tomado de Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003; E. C. = Eficiencia de conversión.

% de inclusión	E. C.	Peso ganado	Alimento consumido	Animales empleados
Tenebrio molitor				**Pollos**
0	1.37	460.00	628.30	Arbor Acress X Vantres (Ramos-Elorduy, Ávila, Rocha & Pino, 2002)
5	1.39	459.00	641.00	
10	1.34	475.20	637.00	
0	1.36	849.36	576.71	Isa Brown (Ramos-Elorduy, Ávila & Pino, 2003)
5	1.27	902.27	574.79	
10	1.32	868.23	572.91	
20	1.20	942.04	566.30	
0	1.90	498.39	939.83	Arbor Acress (Perdomo, 1999)
2.5	1.98	479.93	948.13	
5	2.37	392.13	931.20	
10	2.33	400.19	931.76	
Musca domestica				
0	1.63	166.06	272.16	Indian River (Ramos Calcaneo *et al.*, 1999)
5	1.38	230.50	319.11	
10	1.45	182.30	265.00	
25	1.37	246.56	339.10	
Cochliomia hominivorax				
0	1.71	172.60	276.70	Indian River (Ramos Calcaneo *et al.*, 1999)
5	1.29	254.25	328.06	
10	1.26	187.81	240.93	
25	1.24	193.66	275.96	
30	1.30	254.50	331.02	
Sphenarium purpurascens				
0	1.41	178.60	252.03	Indian River (Ramos Calcaneo *et al.*, 1999)
30	1.47	170.60	250.90	
Axayácatl				
0	1.59	578.50	844.10	Arbor Acress (Barrera, 1999)
2.5	1.78	563.00	919.50	
5	1.90	552.60	966.20	
10	1.93	538.00	954.80	
Periplaneta americana				**Peces**
0	2.60	2.34	6.08	*Carassius auratus* L. (Hernández *et al.*, 2000)
10	2.50	2.14	5.35	
20	2.80	2.20	6.16	
30	2.20	2.49	5.48	
Musca domestica				
0	1.38	158.80	219.14	*Salmo gardnieri* (Trucha arcoriris) (Ramos-Elorduy, Pino & Villegas, 1988)
100	1.28	270.00	345.60	
Tenebrio molitor				**Puercos**
Tenebrio 8%	1.67	0.429	0.714	York Landrace White al destete, 23 días de edad (Gamboa, 1997)
Plasma porcino 8%	1.59	0.479	0.762	
Soya 31.37%	1.90	0.362	0.686	

Cuadro 14.38. Ensayos de alimentación animal en diferentes partes del mundo. Tomado de Ramos-Elorduy (2000b).

Autor	Orden	Especie	Ensayo	País
Finke *et al.*, 1985	Orthoptera	*Anabrus simplex*	Pollos	EUA
Ichponani & Malek, 1971	Lepidoptera	*Bombyx morus*	Pollos	Japón
Wijayasinghe & Rajaguru, 1977	Lepidoptera	*Bombyx morus*	Pollos	India
Despins, 1994	Coleoptera	*Alphitobius diaperinus*	Pollos	Canadá y EUA
Hale, 1973	Diptera	*Hermetia illuscens*	Pollos	EUA
Ocio *et al.*, 1979	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	España
Teotia & Miller, 1973	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	EUA
Chrappa *et al.*, 1990	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	Checoslovaquia
Dhaliwal *et al.*, 1980	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	India
Rodríguez *et al.*, 1992	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	Cuba
Sonaya, 1995	Diptera	*Musca domestica*	Pollos	Nigeria
Hemsted, 1947	Orthoptera	*Locusta migratoria*	Puercos	Sudáfrica
Papp, 1975	Diptera	*Musca domestica*	Puercos	Hungría

rables, analizando dietas y balanceando éstas, para la obtención de mejores resultados y mejores eficiencias de conversión.

PRUEBAS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL

Una vez obtenidas las biomasas insectiles, se elaboraron raciones para emplearse en la alimentación de pollos, peces, conejos y cerdos, de acuerdo con lo estipulado por las recomendaciones del National Research Council (NRC, 1994), en donde estos insectos se incluían en diferentes porcentajes, y cuyos resultados los apuntan como una alternativa viable y rentable.

En el cuadro 14.37 se muestran algunos resultados de los ensayos de alimentación animal realizados en pollos, peces y cerdos. En las dietas control el contenido de proteínas en éstas estaba dado por la soya 44% en el caso de la alimentación avícola. En el caso de los peces los resultados obtenidos fueron comparados con dietas comerciales (Albamex) que son los que se emplean en las granjas de producción, y en el caso de los puercos también fueron comparados con soya 44% y con plasma porcino de tipo comercial, que son los productos que comúnmente se emplean en la elaboración de sus raciones. Como se puede ver en el cuadro anterior, las eficiencias de conversión demostradas por los diversos animales en los diferentes porcentajes de inclusión fueron semejantes a los de los controles y en algunos casos mejores, lo cual se traduce en ganancias económicas.

Algunos autores de diversos países han realizado experimentos sobre nutrición animal empleando insectos, los cuales han sido recolectados en la naturaleza y en general realizados para alimentación de pollos (Cuadro 14.38). Los que también postulan a los insectos como una buena fuente de alimentación animal. Por los resultados arrojados, se desprende la factibilidad de instrumentación de agroindustrias de insectos reciclando diversos tipos de esquilmos, demostrándose la potencialidad de diversas especies de insectos en este aspecto.

Las ventajas del uso de insectos radican en el hecho de tener un ciclo de vida corto y de poder reciclar gran variedad de desechos debido a la diversidad de sus regímenes alimenticios, a su gran cantidad de proteínas y a su buena eficiencia de conversión, aunado a la facilidad de su manejo. La condición omnívora les permite alimentarse de una enorme diversidad de productos.

Ya que la sociedad en general no ha aceptado la recolecta selectiva de la basura, es al nivel de la concepción de los productos donde debe de hacerse el esfuerzo, de lo contrario seguiremos acumulando venenos que a largo plazo nos acabarán; lo mejor es advertir y no exonerar a los consumidores de su responsabilidad. Es preciso decirles que si quieren modificar el decorado, deben cambiar primero ellos mismos. Porque ante los enor-

mes volúmenes de desechos generados, es absolutamente imprescindible una reorientación de las políticas de producción, consumo y reaprovechamiento de residuos, así como reanalizar el impacto que éstos tienen sobre la calidad de vida de las poblaciones, sobre su salud y sobre los ecosistemas. Es tiempo entonces de ver nuevas alternativas más prometedoras y factibles, entre ellas destacan los insectos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Federico Arana por su ayuda en la corrección de la sintaxis del manuscrito.

REFERENCIAS

ADRIENS. 1951. Recherches sur l'alimentation des population au Kwango. *Bull. Agric. Congo Belge*, 42(3): 470-814.

AGUILAR, R. A. 1995. Contribución al conocimiento bioecoetológico del gusano blanco de maguey *Aegiale (Acentrocneme) hesperiaris* K. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, 77 p.

ALCOCER, I. 1938. *Consideraciones sobre la medicina azteca*. Pedro Robredo, México

ALDASORO, M. 2001. *Los insectos en la cultura hñäñu*. Conaculta, México. 91 p.

ANDARY, C., MOTTE-FLORAC E., RAMOS-ELORDUY J., & A. PRIVAT. 2000. Screening Updated Methodology application to some mexican insects, pp. 12-20. En: Guerci A. (ed.) *Ethnopharmacology*, Genova, Erga.

ANDRADE, G.R.M. 1987. Evaluación de la proteína de la larva de mosca desarrollada en estiércol y valoración de su actividad como biodegradador de desechos, UNAM, E.N.E.P.I. Tesis Profesional (Biología), México.

ANÓNIMO. 1988a. Thailand and Nepal. *Insects Food Newsletter*, 1(1): 5.

———. 1988b. Grasshopper delicacy. *Insects Food Newsletter*, 1(2): 4.

———. 1992a. Sky prawns and other dishes: The food of the future. *Insects Food Newsletter*, 5(2): 8.

———. 1992b. Reporte sobre producción y exportación de miel de abeja. SARH (Ed). México. 52 p.

ARANA, F. 1991. *A comer insectos*. Ed. Planeta, México.101 p.

———. 2003. Entomofagia contra Entomofobia. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, 182 p.

ARGUETA, A. L. 1988. Etnozoología de Historia P'urépecha: Actualización y Nomenclatura P'urépecha de los animales. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 194 p.

ARMELAGOS, G. 1996. Cultura y contacto: el choque de dos cocinas mundiales, pp. 105-129. En: *Conquista y comida: Consecuencias del encuentro de dos mundos*, UNAM, México.

ÁVILA, G.E. 1980. Fuentes de energía alimenticia, S.A.R.H.-I.N.I.P. Alimentación Animal Aplicada Año I Especie: Temas Generales. 1-14.

———. 1981. Fuentes de proteína para la alimentación de aves y cerdos (1ª parte) S.A.R.H.-I.N.I.P. Alimentación Animal Aplicada Año 2 Fascículo 6 Especie: Temas Generales, 1-4 p.

BAHUCHET, S. 1978. Introduction à la ethnoécologie des pygmées Aka de la Lobaye Empire Centre African.Thèse Ecole Supérieure d'Hautes Etudes. 348 p.

———. 1980. Etude écologique d'un campement le pygmées Babinga (Région de la Lobaye R.C.A.). *J. Aqric. Tropic. Bot. Appliq.*, 19(12): 509-559.

BARAJAS, C.L.E. 1951. Los animales usados en la medicina popular mexicana. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.

BARRERA, C.S. 1999. Evaluación del efecto de la suplementación con axayacatl (Hemiptera) a una dieta de iniciación de pollos de engorda. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

BARRERA, A. & I. BASSOLS. 1953. Un ensayo sobre los conocimientos entomológicos en el México Antiguo. *Mem. Cong. Cient. Mex., UNAM*, 7: 85-98.

BATTACHARYA, A. N. & J. C. TAYLOR. 1975. Recycling animals wastings as a feedstuff: A review. *J. Anim. Sci.*, 41(5): 1438-1451.

BAYER. 1979. Película sobre estudios de las substancias antibióticas localizadas en las glándulas mandibulares de *Atta* spp. (Hymenoptera-Formicidae) XIX Cong. Nal. Entomol., México.

BEAUDORIN, A. 1990. Comunicación personal.

BECKERMANN, S. 1979. La abundancia de proteínas en la Amazonia: una respuesta a Gross. *Amazonia Peruana*, 3(6): 91-126.

BEEHLER, J. 1988. News travels fast. *Insects Food Newsletter*, 1(1): 5.

BENÍTEZ, B. L. 1990. La patología ambiental, contaminación, termodinámica y salud. *Ciencia y Desarrollo*, 10(33): 59-64.

BERDANIER, CD. 1988. Role of membrane lipids in metabolic regulation. *Nutr. Rev.*, 46: 145.

BERENBAUM, M.R. 1995. *Bugs in the system*, p. 165-177. Hesek Books Addison-Wesley Publishing Co. Inc.

BERGIER, E. 1941. *Insectes comestibles et peuples entomophages*. Edit. Rullière F. 209 p.

BERLIN, B. & G. T. PRANCE. 1978. Insect gals and human ornamentation: The ethnobotanical significance of a new species of Lycania from Amazonas, Peru. *Biotropica*, 10: 81-86.

BEUTELSPACHER, B. C. R. 1989. *Las mariposas entre los antiguos mexicanos*. Fondo de Cultura Económica. 111 p.

BLAKE, E. A. & M. R. WAGNER. 1987. Collection and comsumption of Pandora moth *(Coloradia pandora lindsleyi)* (Lepidop. Saturniidae) larvae by Owens Valles and Mono Lake Paiutes. *Bull. Ent. Soc. Amer.*, 33(1): 139-141.

BOCQUILLON. 1871. *Histoire Naturelle Médicale*, París, Baillère.

BODENHEIMER, N. 1951. *Insects as human food*. Junk, La Haya, 239 p.

BOULARD. 1995. Comunicación personal.

BONGAARTS, J. 1980. Does malnutrition, affect fecundity? A summary of the evidence. *Science*, 208: 564-569.

BRITTON, E.B. 1984. A pointer to a new hallucinogen of insect origin *J. Ethnopharmacol.*, 12(3): 331-333.

BUKKENS, G.F.S. 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecol. Food Nutr.*, 36: 287-319

CADET DE GASSICOURT, CL. 1893. Formulaire. 6ª edition.

CAMBEFORT, I. 1998. *Le scarabée et les dieux*. Edit. Boubé, 227 p.

CAMPBELL, T.G. 1926. Insect foods of the aborigines. *Aust. Mus. Mag.*, 407-410.

CAMPOS, TERESA DE MARÍA Y. 1972. Los animales en la medicina tradicional mesoamericana. *An. Antrop., UNAM*, México 16: 183-223.

CAPELLI E., C. ATTOLINI, G. MAZZA & M. PAVAN. 1982. Studies on the genotoxic effects of Pederin. *Inst. Entomol. Univ. Pavia*, 21: 1-16.

CARRASQUEDO, U.R., M. FLORES M., J. LÓPEZ T. & M.E. VÁZQUEZ H. 1988. Insectos comestibles en el Estado de Tlaxcala, Tesis Profesional U.A. Tlaxcala. Depto. de Ciencias de la Educación, 102 p.

CARVAJAL, V.L.A., J. RAMOS-ELORDUY & J. M. PINO. 2000. Colecta y selección del germoplasma de *Euschistus sulcacitus* (Hemiptera Pentatomidae) en el Estado de Morelos, p. 186-192. En: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología.

CHAN KIN III. 1997. Comunicación personal.

CHAUVIN, R. 1968. *Traite de l'abeille*. Tomme V. Histoire, Ethnographie, Folklore. Edit. Masson, 152 p.

CHAVANDUKA, D. M. 1975. Insects as a source of protein to the African. *Rhod. Sci. News*, 9(7): 217-220.

CHOWDHURY, S. N. 1982. *Eri silk industry*. ed. Gobierno de Assam.

CHRAPPA, P.M.D. LAMV.S.T.R.Z.Y.K, PETER V. & STRAZNICKA. 1990. The effects of thee seeding of poultry dung cultured by house fly (*Musca domestica*) larvae of efficency of broiler chick. *Scientia Agric. Bohemoslovaca*, 22(2): 131-138.

CISNEROS B., Y. 1988. Estudios biológicos acerca del gusano blanco del maguey (*Aegiale* (*Acentrocneme*) *hesperiaris*). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 135 p.

CLAVIJERO, F. J. 1880. *General history of things of New Spain*. París, 320 p.

CLOCQUET, 1822. *Faune des médecines*. París.

CLOUDSLEY-THOMPSON, J.L. 1976. *Insects and history*. Ed. Weidenfeld and Nicholson, Londres, 242 p.

COELLO, N. 2002. *Gusano blanco y gusano rojo de maguey en la gastronomía mexicana*. Claustro de Sor Juana.

CONCONI, M. (1993). Estudio comparativo de 42 especies de insectos comestibles con alimentos convencionales en sus valores nutritivo, calórico, proteínico y de aminoácidos haciendo énfasis en la aportación de los aminoácidos esenciales y su papel en el metabolismo humano. Tesis Facultad de Ciencias, UNAM, 71 p.

CONCONI, E. 1997. Estudio de mercado de gusano blanco del maguey. Tesis Profesional, ITAM, México, D.F.

CUADRIELLO, A. J. I. 1980. Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). Tesis Facultad de Ciencias, UNAM, 111 p.

CUCA, G.M., ÁVILA G.E. & M.A. PRO. 1980. *La alimentación de las aves de corral*. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 43 p.

DARCHEN, R., 1984. Ah mucen Cab (La divine abeille rouge). *Rev. Franc. Apic.*, 231: 262-264.

DASHEFSKY, H.S., D.L. ANDERSON, E.N. TOBIN & T.M. PETERS. 1976. Face fly pupae: a potential feed supplement for poultry. *Env. Ent.*, 5(4): 581-582.

DE ASÍS FLORES & F. TRONCOSO (1886-1888) 1982. *Historia de la medicina en México desde la época de los indios hasta el presente*. México, Ed. Facsimilar, Secretaría de Fomento, IMSS. Cuatro Vols. 2819 p.

DEFOLIART, G. 1975. Insects as a source of proteins. *Bull. Ent. Soc. Amer.*, 21(3): 161-163.

———. 1989. The use of insects as food and as animal feed. *Bull. Ent. Soc. Amer.*, 22-35.

———. 1990. The New York Banquet: A day to remember. *Food Insects Newsletter*, 5(2): 12

———. 1991. Insect fatty acids: Similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation,but higher in the polyunsuturates. *Food Insects Newsletter*, 4(1): 1-4.

———. 1992. Insects as human food ... Some nutritional and economic aspects. *Crop Protec.*, 11: 395-399.

———. 1993. The Insect Club Restaurant. *Food Insects Newsletter*, 6(3): 2.

———, M. FINKE & M.L. SUNDE. 1982. Protein value of the mormon cricket (Orthoptera-Tetigoniidae) harvested as a high protein feed for poultry. *J. Econ. Ent.*, 75: 848-852

DE MIRIMONDE, A.P. 1968. Psyche et le papillon. *L'Oeil*, 168: 2-11.

DELAGE-DARCHEN, B., J. RAMOS-ELORDUY & CUADRIELLO. 1982. Comparaison entre l'équipement enzymatique des glandes salivaires et de l'intestin moyen de diverses espèces d'abeilles sociales. *Apidologie*, 13(3): 265-273.

DESPINS, J.L. 1994. Feeding behaviour and growth of turkey poults. Feed larvae of the darling beetle (*Althitobius diaperinus*). *Poultry Sci. Assoc.*, 74(10): 1526-1533.

DHALBERT, F. 1981. *Woman the gathered*. Ed. New Haven Yale University Press. 301 p.

DHALIWAL, J.S., RS. VIRK & ATWALAS. 1980. The of use of house fly (*Musca domestica*) pupae meal imbroiled mash. *Indian J. Poul. Sci.*, 15(2): 119-122.

DISCOVERY CHANNEL (2002). Programa: Nuevas Vidas.

DONADIEU. 1979. *La jalea real terapéutica natural*, 3ª Ed. París, 32 p.

———. 1980. *La propolis terapéutica natural*. Ed Malonine, S.A. París, 47 p.

DUFFY, E.A.J. 1963. *Monograph of the immature stage of Australian timber beetle*. Ed. British Museum, Londres, 235 p.

DUFOURT, D.L. 1987. Insects as food: a case study from the Northwest Amazon. *Am. Anthropol.*, 89(2): 383-397.

DUMONT, R. 1963. *Economía agrícola del tercer mundo*. Ed. Payot 361 p.

DURÁN, D. 1867. *Historia de los indios de Nueva España e Islas de Tierra Firme*.

DURET, 1995. La cigale et l'homme: de la Biologie au Symbole. Journal de Exposition. Cigales vie et symbole. Ville de Saint Remy de Provence, Musée des Alpulles, 7-12, France: 45.

EL-BOUSHY, A., G. KLAASEN & E. KELELAARAS. 1985 Biological conversion of poultry and animal waste to a feedstuff for poultry. *World Poult. Sci. J.*, 41: 133-145.

ESTEYNEFFER, J.B. 1978. *Florilegio medicinal de todas las enfermedades*, pp. 887-897. Mex. Acad. Nal. de Medicina.

EVANS, M.J. 1993. Conservation by commercialization, pp. 815-828. En: *food and nutrition in the tropical forest: biocultural interactions and applications to development*. Ed. UNESCO.

FAO. 1982 Agricultural Residues: Compendium of Technologies used in the treatment of residues of agriculture, fisheries, forestry and relates industries. *Bol. Serv. Agric.*, 1(33): 460-479.

FAO. 1990. Consulta en enero del 2002 a la página de internet www.fao.org

FAO. 2002. *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Food and Nutrition Series, 546 p.

FERNÁNDEZ, V.G. 1989. Evaluación de un recurso comestible autóctono propio de lagos alcalinos (Hemiptera: Corixidae-Notonectidae). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 113 p.

FERREIRA, A. 1995. Saving the Mopane Worm. South African wiggly protein snack in danger. *Insects Food Newsletter*, 8 (1): 6.

FIGUEREIDO, N. 1994. Os bichos que curam: os animais e a medicina de folk em Belem do Pará. *Bol. Mus. Emilio Goeldi, Ser. Antropol. Para*, 10 (1): 75-92.

FIGUEROA, R. K. A., 2001. Estudio de comercialización en la ciudad de Oaxaca y la comunidad de Santa María Zacatepec, Puebla, de chapulín (*Sphenarium* spp.) industrializado. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 174 p.

FINKE, M., M. SUNDE & G. DEFOLIART. 1985. An evaluation of the protein quality of mormon crickets when used as a high protein feedstuff for poultry. *Poult. Sci.*, 64: 708-712.

FLOOD, J. 1980. *The moth hunters: aboriginal prehistory of the Australian alps Canberra*, Australian Institute of Aboriginal Studies New Series No. 14.

FLORES, F.J.M. 1981. Evaluación de la harina de mosca doméstica (*Musca domestica*) como substituto de harina de carne en una ración para pollos de engorda, Tesis Profesional I.T.E.S.M. Monterrey, N.L.

FRAZIER, J.G. 1930. *Myths of the origin of fire*. McMillan, Londres, 238 p.

FROST, W.S. 1959. *Insect life and insect natural history*. Dover Publications Inc., Nueva York, 526 p.

GABDIN, C. 1973. L'ethnoentomologie OPIE. *Cahiers Liaison*, 7: 15-17

GAMBOA, R.M.P. 1997. Efecto de la adición de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) a una dieta de iniciación sobre el crecimiento de lechones. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM, 62 p.

GILLIS, M., D. PERKINS, M. ROEMER & D.E. SNODGRASS. 1992. Economics of Development. Nueva York, Northon Co.

GÓMEZ, P., R. HALUT & A. COLLIN. (1961). Production de protéines animales au Congo. *Bull. Agric. Congo*, 52(4): 689-815.

GOODMAN, W. 1989. Chitin a magic bullet. *Insects Food Newsletter*, 2(3): 1-7

GUNN, D.L. 1960. The biological background of locust control. *Annu. Rev. Ent.*, 5: 279-300.

HALE, O. 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae (Diptera-Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *J. Ent. Soc.*, 8: 16-20.

HARRIS, M. 1989. Bueno para comer. En: *enigmas de la alimentación y cultura*. Conaculta y Alianza Editorial, 350 p.

HEMSTED, W.R. 1947. Locusts as a protein supplement for pigs. *East Afr. Agric. J.*, April: 225-226.

HERNÁNDEZ, F. 1959. *Obras completas historia natural de la Nueva España*, pp. 384-395. Vol II. Tratado Cuarto.

HERNÁNDEZ, M. M. 1988. Optimización del cultivo de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae) en condiciones de laboratorio en relación con la cantidad de ración empleada. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, 76 p.

———, J. RAMOS-ELORDUY & M. J. PINO. 2000. Supervivencia y desarrollo de la carpa japonesa alimentada con diferentes inclusiones de *Periplaneta ameri cana* proveniente de reciclaje de desechos orgánicos, pp. 176-186. En: Mem. XXXV Cong. Nal. Entomología.

HEYDEN, D. 1974. La diosa madre: Itzpapalotl. Vol. INAH. 2ª Epoca Octubre-Diciembre, México, D.F. 24 p.

HIPÓCRATES. 455 a.N.E. *Des victus rationne in acutis*.

HITCHCOCK, S.W. 1962. Insects an d indians of the Americas. *Bull. Ent. Soc. Amer.*, 8 (4): 181-187.

HOGUE, CH. 1987. Cultural entomology. *Annu. Rev. Ent.*, 32: 181-199.

——— & G. LAMAS. 1986. La machaca, insecto mitológico o real? *Geomundo*, 23 (6): 10-12.

HOLDEN, S. 1991. Edible Caterpillars -a potential agroforestry resource? Unpublished mimeo. As. Norway 4 pp. *Insects Food Newsletter*, 4 (2): 3-4.

HORN. 1976. *Biology of insects*. Ed. Saunders Co., Ohio State Univ, p. 401-402.

HUTTERER, O. 2000. *La medicina tradicional cuestionada, antecedentes, perspectivas y prospectivas en méxico y Latinoamérica*. Ed. Acad. Mex. de Medicina Tradicional A.C., 320 p.

ICHPONANI, J. & N. MALEK. 1971. Evaluation of de-oiled silkworm pupae meal and corn-steep fluid as protein sources in chicekn rations. *Br. Poult. Sci.*, 12: 231-234.

INEGI. 1999. Consulta de la página web http://www.gob.mx en febrero del 2003.

JONES, K.T. & D. B. MADSEN. 1991. Further experiments in native food procurement. *Utah Archaeol.*, 1991: 68-77.

KITSA, K. 1989. Contribution des insectes comestibles á l'améiloration de la ration alimentaire au Kasai-Occidentale á Zaire- Afrique. 239: 511-519.

KLOBUSITZ, D. DE. 1971. Animal Venoms in Therapy in Bucherl Wolfang & Buckly Eleanor E. (eds) venomous animals and their venoms, vol III, Venomous Invertebrates. New York Academic Press, Nueva York, 537 p.

KODONKI, K., M. LECLERQ, M. BOURGEAY-CAUSSE, A. PASCAUD & F. GAUDIN-HARDING. 1984. Intérêt nutritionnel de chenilles d'Attacides de Zaïre. Composition et Valuer Nutritive. *Cah. Nutr. Diet.*, 22 (6): 478 - 485.

KRAJICK, K. 1993. A Swarm of Tasty Treats. *Newsweek* (agosto 23): 54-55.

LADRÓN DE GUEVARA, O., P. PADILLA, L. GARCÍA, J.M. PINO & J. RAMOS-ELORDUY. 1995. Amino acid determination in some edible Mexican insects. *Amino Acids*, 9: 161-173.

LADROUX, G. 1990. Les signifié des poux dans le XVI siècle. Mem. 115 M. Symp. Nal. des Societés Savantes. p 37 Avignon, Francia.

LAGUNES, L. A. M. D.J. & L. GARCÍA V. 1994. Productividad obtenida de dos insectos al reciclar desechos orgánicos de origen animal y vegetal. Tesis profesional (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, 131 p.

LANDERO, T.I. 1985. Estructura y composición de la sociedad de un nido de *Atta cephalotes* (L.) (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) en Tlacotengo, Municipio de Fortín, Estado de Veracruz, México. Tesis Profesional, Universidad Veracruzana, Córdoba, Veracruz, 98 p.

LARDÉ, G. 1987. Crianza de larvas en lechos de pulpa de café. 3er Simp. Int. Café p. 29-36

LÉMERY, N. 1759. *Traite universel des drogues*. Edition. 1759.

LENKO, K. & N. PAPAVERO. 1979. *Insetos no folclore*, São Paulo: Conselho Estadual & Artes Ciência, Humm. 518 p.

LESSERT. 1724. *Théologié des Insectes*.

LIEBRECHT, F. 1886. Tocandirafestes, *Z. Ethnol.*, 18: 350-352.

LINDROTH J. 1993. Food Conversion Efficiencies of Herbivorous Insects. *Insects Food Newsletter*, 6(1): 2-9.

LIPP, F.J. 1991. *The mixe of Oaxaca*. The University of Texas Press, 97 p.

LÓPEZ-AUSTIN, A. 1969. De las enfermedades del cuerpo humano y de las medicinas contra ellas. *Est. Cultura Náhuatl*, 8: 51-123.

———. 1984. Cosmovisión y salud entre los Mexicas, pp. 101-115. En: *Historia general de la medicina en México*. Ed. UNAM, México.

LORETO, L., R. 1996. Prácticas alimenticias en los conventos de mujeres en la Puebla del siglo XVIII, pp. 481-503. En: *Conquista y comida: Consecuencia del encuentro de dos mundos*, Ed. UNAM, México.

LOZANO, L. 1978. Estudio preliminar sobre la alimentación de pavos (*Meleagris gallopavo*) con concentraciones de insectos, en confinamiento o pradera I.T.E.S.M. Tesis Profesional.

MALAISSE, F. 1997. *Se nourrir en forêt claire*, Ed. Presses Agronomiques de Glemboux, Belgique, 237 p.

——— & G. PARENT. 1980. Les chenilles comestibles du Shaba Méridionale (Zaire) *Nat. Belges*, 61(1): 2-24.

MARIE, R. 1955. Contribution à l'histoire des insectes en thérapeutique. Thèse Doctoral Université Estrasburge. 129 p.

MATHOLE. 1627. *Commentaires sur Dioscoridae*.

MCGREGOR, L.R. 1975. Los insectos y las antiguas culturas mexicanas, un ensayo etnoentomológico. *Rev. Univ. Mex.*, 29(6-7): 8-13.

MEDEIROS, COSTA-NETO E. 1996. Ethnotaxonomy and use of bees in Northeastern, Brazil *Insects Food Newsletter*, 9(3): 1.

———. 1999a. Recursos animaes utilizados na medicina tradicional dos indios Pankararé que habitam no nordeste de estado da Bahia, Brasil. *Actual Biol.*, 21(70): 69-79.

———. 1999b. Healing with animals in Feira de Santana City, Bahia, Brazil. *J. Ethnopharmacol.*, 65: 225-230.

———. 2000a. Conhecimiento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira resultados preliminares. *Interciencia*, 25(9): 423-431.

———. 2000b. A etnozoologia no Brasil: um panorama bibliografico. *Bioikos* (PUC-Campinas), 14(2): 31-45.

———. 2002. *Manual de etnoentomología*. Ed. Soc. Entomol. Aragonesa, 104 p.

——— & J. GERALDO MARQUES. 2000. Faunistic resources usad as medicines by artisanal fischermen from Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. *J. Ethnobiol.*, 20(1): 93-109.

——— & M.B. OLIVEIRA. 2000. Cockroach is good for asthma: Zootherapeutic practices in Northeastern Brazil. *Rev. Human Ecol.*, 7(2): 41-50.

MEDINA, C. M. 1995. Explotación de abejas sin aguijón *Scaptotrigona mexicana* Gueri (Apidae Meliponinae), en cajas racionales en la Región de Cuetzalan, Puebla, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, 63 p.

MENDOZA DE LA CRUZ, M.A., J. RAMOS-ELORDUY & J. M. PINO. 1998. Productividad de *Tenebrio molitor* cultivado en desechos orgánicos de origen vegetal, pp 101-107. En: Mem. XXXIII Cong. Nal. Entomol.

MEYER-ROCHOW, V.B. 1978/79. Des diverse uses of insects in traditional societies. *Ethnomedicine*, 5(3-4): 287-299.

MILLER, B.J., TEOTIA & T. THATCHER. 1974. Digestion of poultry manure by *Musca domestica*. *Br. Poult. Sci.*, 15: 231-234.

MITSUHASHI, J. 1980. *Edible insects in the world*. (In Japanese) Tokio: Kokinshoin. Kanda 270 p.

———. 1997a. *People who eat insects*. (In Japanese) 302 p.

———. 1997b. Insect as a traditional food in Japan. *Ecol. Food Nutr.* 36: 187-199

MONTOLIU, V.M. 1984. La medicina maya, pp. 297-306. En: *Historia general de la medicina en méxico*. Ed. UNAM, México.

MORGAN, N.O. & H. EBY. 1975. Fly protein production from mechanically mixed animal wastes. *Israel J. Entomol.*, 10: 73-81.

MORGAN, M. 1996. *Las voces del desierto*. Ed. Bibl. De Bolsillo, 262 p.

MOTTE-FLORAC, E. 1996 Las limpias en México, Congreso Internacional de Terapia Floral Centro Médico Nacional. Resúmenes.

——— & J. RAMOS-ELORDUY. 2002. Is The Traditional Knowledge of Insects Important?, pp. 207-224. En: *Biocultural diversity*, Ed. Stepp F, Wyndham y Zarger.

MUYAY, T. 1981. *Les insectes comme aliments de l'homme*. CEEBA public. serie II vol. 69. 177 p.

MYER, I. 1894. *The scarab*. Nueva York, Nutt. 177 p.

N.R.C. (National Research Council) 1994. Nutrient Requirements of Poultry, 9th ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D.C.

NAKAGAKI, B.J., M.L. SUNDAE & G.R. DEFOLIART. 1987. Protein quality of the house criquet, *Achetta domestica* when fed to broiler chicks. *Poult. Sci.*, 86: 1367-1371.

NAMBA, T.Y. & M.K. INAGAKI. 1988. Insect-derive crude drugs in the chinese song Dinasty. *J. Ethnopharm.*, 24: 247-285.

NERLOVE, S.B. 1974. Woman's workload and infant feeding practices: a relationship with demographic implications. *Ethnology*, 13(2): 207-214.

NIEVES, R. R. 1997. Comunicación personal.

NOTICIERO UNIVISIÓN. 2002. Situación alimentaria en el mundo.

OCIO, E., R. VINARAS & J. REY. 1979. House fly larval meal grown on municipal organic wastes as a source of protein in poultry diets. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 4: 227-231.

OLIVEIRA, J., J. PASSOS DE CARVALHO, R. BRUNO DE SOUSA & M. SINAO. 1976. The nutritional value of four species of insects consumed in Angola. *Ecol. Food Nutr.*, 5: 91-97.

OMS. 2003. *World health report (THE)*. Ed. WHO, 210 p.

PACHECO, E.J.H. 1979. Evaluación de la gallinaza con pupas y larvas de mosca casera (*Musca domestica* L). como ingrediente en raciones de iniciación para pollos de engorda. Tesis Profesional, I.T.E.S.M. México, 74 p.

PAOLETTI, M.G., L. DUFOUR, H. CERDA, F. TORRES, L. PIZZOFERRATO & D. PIMENTEL. 2000. The importance of lef- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *Proc. R. Soc. London B*, 267: 2247-2252.

PAPP, L.P. 1975. House fly larvae as protein source from pig manure. *Fol. Ent. Hungarica*, 29(1):127-133.

PARTHENIEU, A. 1981. El veneno de las abejas y la dinámica profesional normal y patológica del organismo humano, pp. 105-106. En: XXVIII Cong. Int. Apicultura.

PAVLICH, M. 1999. Comunicación personal.

PEMBERTON, R.W. 1999. Insects and other arthropods used as drugs in Korean traditional medicine. *J. Pharmacol.*, 65: 207-216.

PERDOMO, H. 1999. Evaluación del efecto de la suplementación con larvas de *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) a una dieta de iniciación de pollos de engorda. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.

PIEK, T. 1986. *Venoms of the Hymenoptera, biochemical, pharmacological and behavioural as pects*, pp. 492-509. Academic Press.

PIMENTEL, D., E. TERHANE, W. DRITSCHILO, G. GALLAHAN, N. KINNER, D. NANFUS, R. PETERSON, N. ZAREH, J. MISITI & O. HABER-SCHAIN. 1977 Pesticides, insects in foods and cosmetics standards. *Bioscience*, 27: 178-185.

PINO, M. J. & V. RIVALTA. 1996. Diversos usos de los productos industriales de las abejas en el mercado urbano, pp. 22-23. En: II Congreso Mexicano de Etnobiología.

PLINIO.1833. *Histoire Naturelle*. Traduct. A. de Grandsigne, 1833.

POCHINKOVA, A. 1981. Métodos fisioterapéuticos en la Apiterapia, pp. 105-106. En: XXVIII Cong. Int. Apicultura.

POSEY, D.A. 1978. Ethnoentomological survey of Amerind groups in lowland Latin America *Florida Ent.*, 61: 225-229.

———. 1988. First International Ethnobiology Congress. A success. *Insects Food Newsletter*, 1(2): 5.

———. 1993. Insects in the diet of the tropical forest people, pp. 205-212. En: *Food and nutrition in the tropical forest biocultural interactions and applications to development*, México. UNESCO.

PUJOL, R. 1990. Comunicación personal.

QUINN, P. 1959. *Foods and feeding habits of the pedi*. Thèse Witwaterstand Univ. Johannesburgh South Africa.

RAMOS CALCÁNEO, B., J. RAMOS-ELORDUY & J. PINO 1999. Estudio del efecto de tres insectos en la alimentación de pollos de la variedad Indian River.(Enviado a la *Rev. Mex Vet.*)

RAMOS-ELORDUY, F. 1974. Fundamentos económicos para el fomento de industrias rurales en México. Tesis Escuela Nacional de Economía, UNAM, 79 p.

RAMOS-ELORDUY, J. 1974. *Los insectos como fuente de proteínas en el futuro*. Dirección Nacional de Derechos de Autor, número de registro: 1639174 SEP. R/00486 OMS.

———. 1982. *Los insectos como fuente de proteínas en el futuro*. Ed. Limusa 2a. Edición, 149 p.

———. 1987. Edible insects of Hidalgo State Mexico Technical report for BID (International Development Bank) CONACyT (Sciences and Technology Council and NAFINSA Enterprise, 28 p.

———. 1990. Edible Insects: barbarism or solution to the hunger problem?, pp. 151-158. En: *Ethnobiology implications and applications*, vol I.

———. 1996a. Insect consumption as a mean of national identity, pp. 9-12. En: *Ethnobiology in human welfare*. Ed. Deep Publications.

———. 1996b Insects as intermediate biotransformers. *Human Ecology* (en prensa).

———. 1997a Insects: a sustainable source of food. *Ecol. Food Nutr.*, 36: 247-276.

———. 1997b. Importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecol. Food Nutr.*, 36.

———. 1998. *Creepy crawly cuisine*. Ed. Inner Traditions Internal, 149 p.

———. 2000a. El consumo de insectos como un hábito ancestral, pp. 275-305. En: *Chalchihuite: Homenaje a Doris Heyden*, Ed. INAH, México, D.F.

———. 2000b. La Etnoentomología Actual en México en la Alimentación Humana en la Medicina Tradicional y en el Reciclaje y Alimentación Animal, pp. 3-46. En: Memorias del XXXV Congreso Nacional de Entomología.

———. 2003a. Les jumiles punaises sacrées du Mexique. En: "Les Insectes dans la Tradition Orales" (en prensa).

———. 2003b. The significance of Edible Insects among the different Ethnic Groups. *Ecol. Food Nutr.* (enviado).

——— & M. CONCONI. 1993. Resemblance of the techniques for exploit some edible insect species in different ethnic groups all over the world. II. Int. Cong. Ethnobiol.

——— & M. CONCONI. 1994. Edible Insectes of the world. (Liste des espèces, lieux de consommation et ethnies qui les consomment), pp. 311. En : Fourth Int. Cong. Ethnobiol. Abstracts Lucknow, India.

——— & J. LEVIEUX. 1992. Détermination des caractéristiques spatiales des aires de prospection de plusieurs sociétés de fourmis mexicaines *Liometopum apiculatum* Mayr et *L. occidentale* Wheeler (Hym: Formicidae, Dolichoderinae) a l'aide de radio-isotopes. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 117(1): 21-30.

——— & J. PINO. 1988. The utilization of insects in the empirical medicine of ancient mexicans. *J. Ethnobiol.*, 8(2): 195-200.

——— & ———. 1989. *Los insectos comestibles entre las antiguas culturas de México*. Ed. AGT 139 p.

——— & ———. 1990a. Variation de la valeur nutritive de *Tenebrio molitor* l élévé sur differentes substrats, pp. 201-210. En: Fleurat-Lessard F. & P. Ducom eds. Proc. 5th Int Work Conf. on Stored Product protect vol I.

——— & ———. 1990b. Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quim. Mex.*, 34(2): 56-68.

——— & ———. 1994. Aprovechamiento en la alimentación de los insectos plaga como un método natural de control, pp. 28. En: V Cong. Int. Manejo Integ. Plagas, Costa Rica Abstracts.

——— & ———. 2002. Los insectos comestibles entre los nahuas. *Entomología Mexicana*, 1: 103-104.

———— & L. ROVESTI. 1993. Insetti: e se li mangiassimo? *Informatore Fitopatologico*, 7-8: 19-23.

————, G.E. ÁVILA & J.M. PINO. 2003. *Tenebrio molitor* L. (Insecta, Coleoptera) from organic wastes reduced broilers food intake and improved feed efficiency. (Enviado al *Poultry Science*).

————, A. LENOIR & J. LEVIEUX. 1992. Possibilités de renforcement des fondations chez deux espèces de fourmis d'intérêt économique: premiers résultats (Liometopum: Hymenoptera: Formicidae). *Annals Soc. ent. Fr.* (N.S.), 28(2): 215-219.

————, E. MOTTE-FLORAC & M. CONCONI. 2003. L' Entomophagie au Mexique entre savoirs traditionnels et perspectives d'avenir. Ed. Peeters, Louvain, París, Francia (en prensa).

————, ———— & J.M. PINO. 2000. Les insectes utilisés en médecine traditionnelle au Mexique: perspective, pp. 271-290. En: Guerci A. (ed.) *Ethnopharmacology*, Genova, Erga.

————, J.M. PINO & R.H. BOURGES. 1982. Valor nutritivo y calidad de la proteína de tres insectos comestibles de México. *Folia Ent. Mex.*, 53: 111-118.

————, ———— & ————. 2003. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de Insectos Comestibles de México, pp. 59. En: V Cong. Nal. Etnobiología.

————, ———— & S. C. CUEVAS. 1998. Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *An. Inst. Biol. UNAM*, Ser. Zool., 69(1): 65-104.

————, ———— & O. GONZÁLEZ. 1981. Digestibilidad *in vitro* de algunos insectos comestibles de México. *Folia Ent. Mex.*, 49: 141-154.

————, ———— & S. B. HERNÁNDEZ. 1994. Edible Hymenoptera of Yucatan Península, pp. 350. En : Int. Congr. of IUSSI. Les insectes sociaux. París, Sorbonne.

————, ———— & J.L. MUÑOZ. 1998. Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.*, 42(1): 18-33.

————, ———— & L. ROMERO. 1988. Determinación del valor nutritivo de algunas especies comestibles del Estado de Puebla. *An. Inst. Biol. UNAM*, Ser. Zool., 58(1): 335-372.

————, ———— & J. VILLEGAS. 1988. The efficency of the insect *Musca domestica* in recycling organic wastes as a source of proteins. *Biodeteriotation*, 7: 805-810.

————, G.E. ÁVILA, J. M. PINO & G. SANDOVAL. 2002. Utilization of Raised Insect By-Products to Increase Crops Productivity, pp. 404-411. En: *Ethnobiology and biocultural diversity*, Ed. Univ. Georgia Press.

————, ————, H.A. ROCHA & J.M. PINO. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to Recycle Organic Wastes and as Feed for Broiler Chickens. *J. Econ. Ent.*, 95(1): 214-220.

————, B. DELAGE-DARCHEN, N. GALINDO & J.M. PINO. 1987. Observaciones bioecoetológicas de *Liometopum apiculatum* M. y *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* W. (Hymenoptera-Formicidae). *An. Inst. Biol. UNAM*, Ser. Zool., 57(1): 341-354.

————, J. MORALES, R. C. CORONA & V. D. MEDINA. 1985. Estudio de los insectos comestibles de Guerrero y su valor nutritivo, pp. 1107-1126. En: Mem. Il 8o. Cong. Nac. de Zoología.

————, ————, O. LADRÓN DE GUEVARA & J. LAGUNES. 1997. Edible insects of Oaxaca State Mexico and their nutritive value. *J. Food Comp. Analysis*, 10:142-157.

————, ————, J. M. PINO & Z. NIETO. 1988c. Contenido de Tiamina, Riboflavina y Niacina en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Tech. Alim.*, 22: 76-81.

————., B. DELAGE DARCHEN, J. CUADRIELLO, N. GALINDO & J M. PINO. 1983. Ciclo de vida y fundación de las sociedades *Liometopum apiculatum* M. (Hymenoptera: Formicidae). *An. Inst. Biol. UNAM*, Ser. Zool., 54 (1): 161-176.

————, ————, R.A. FLORES, C.E. SANDOVAL & S. CUEVAS. 1983. Estructura del nido de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* manejo y cuidado de estos en los núcleos rurales de México en las especies reproductoras de escamoles (*L. apiculatum* M. y *L. occidentale* var. *luctuosum* W.) (Hymenoptera-Formicidae). *An. Inst. Biol. UNAM*, Ser. Zool., 57 (2): 333-342.

————, J., J. M. PINO, C. MÁRQUEZ, F. RINCÓN, M. ALVARADO, E. ESCAMILLA & H. BOURGES. 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. *J. Ethnobiol.*, 4: 61-72.

RATCLIFFE, B.C. 1990. The significance of scarab beetle in the ethnoentomology of non industrial indigenous people, pp. 159-185. En: *Ethnobiology implications and applications*, vol I.

RECINOS, A. 1947. *Popol Vuh* (Las antiguas historia del Quiché). Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 140 p.

REGNAULT, J. 1900. *Médecine et Pharmacie chez les Chinois*. París, Challamel.

RESTREPO, I. & D. PHILIPS. 1985. La basura: consumo y desperdicio en el Distrito Federal. Centro de Ecodesarrollo, México D.F., 193 p.

REUTER DE ROSEMONT. 1931. *Histoire de la pharmacie à travers les agês*, París.

REYES, G. C. 1975. Empleo de insectos como complemento alimenticio para bagre (*Ictalurus punctatus* R.A.F.) Tesis Profesional I.T.E.S.M. Monterrey N.L., 78 p.

REYES, M.R. 1979. Estudio preliminar de la larva de mosca (*Musca domestica* L:) como fuente de Proteínas en dietas para pollos, Tesis Profesional Universidad Autónoma de Chapingo, Depto. de Zootecnia, México, 93 p.

RODRÍGUEZ J.R., M. SMITH & R.E. LAURENT. 1992. Production and use of fly larvae in poultry feeding. *Rev. Cubana Cienc. Avíc.*, 19 (2): 163-169

ROSTAGNAT, M. 1990. Prospective de la recherche sur les déchets. *Srétie Info/août*, 90(30): 12-15.

ROULON-DOKO, P. 1998. *Chasse, cueillete et culture chez les gbaya de Centrafrique*. Ed. L'Harmattan, 539 p.

RULE, M.L. 2000. Comunicación personal.

SÁNCHEZ-RUIZ, M. 2001. *Los insectos como base para la elaboración de platillos en la cocina mexicana contemporánea. Instituto Culinario de México*, Puebla, 78 p.

SÁNCHEZ, J. 1993. A cien años de la zoología médica. ISSSTE, 185 p.

SANDOVAL G. 2001. Estudio bioecoetológico del gusano del nopal (*Laniifera cyclades* Druce Insecta Lepidoptera Pyrali-

dae) en Santiago Tepetitlán, Estado de México y su importancia como alimento. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, 59 p.

SCHIMITSCHEK, E. 1974. Mantis in Kult und Mythe der Buschmänner. *Z. Angew. Ent.*, 76: 337-347.

————. 1977. Insekten in der bildenden Kunst, im Wandel der Zeiten in psychogenetischer Sicht. *Veröff Naturhist, Mus. Wien*, 14: 1-119.

SCHLAM, C.C. 1976. *Cupid and psyche apuleius and the monuments*. University Park, PA: AM. Phylos. Soc. 61 p.

SCHURR, K. 1972. Insects as a Major protein source in sewage lagoon biomass useable as animal food. *Proc. North Cent. Branch. Ent. Soc. Amer.*, 27: 135-137.

SCOTT, M.L. 1986. *Nutrition of human and selected animal species*, Ed. Wiley Interscience, p. 537.

SILVA, T. R., J. RAMOS-ELORDUY & J.M. PINO. 1993. Estudio fitoquímico de *Sphenarium purpurascens* 7mo. Congr. Int. Med. Trad. and Folklore p .107

SMITH, H.S. (Ed.). 1992. *Global biodiversity: status of the earth's living resources*, Champan and Hall, Londres, p. 594.

SOLER, F.P. 1996. *Oriente de los insectos mexicanos*. Ed. UNAM, 79 p.

SONAYA. 1995. For small holder poultry in Nigeria. *World Animal Rewiew*, 82: 25-33.

SPENCER, B. 1914. *Native trades of the northern territory of Australia*, Londres.

STARR, C. 1991. Notes on Entomophagy in the Philippines. *Insects Food Newsletter*, 4 (3): 12.

STUTLEY, M. & STUTLEY. 1977. *Harper's dictionary of hinduism*. Nueva York Harper & Row, 372 p.

SUTTON, M. 1988. *Insects as food: aboriginal entomophagy in the great basin*. Ed. Ballena Press publ. 33. 115 p.

TAYLOR, R. 1975. *Butterflies*
Press. 134 p.

TEOTIA, J.S. & B.F. MILLER. 1973. Fly pupae as a dietary ingredient for starting chicks *Poultry Sci.*, 52: 1830-1835.

———— & ————. 1974. Nutritive content of house fly pupae and manure residue. *Br. Poult. Sci.*, 15: 177-182.

THOMPSON, E.S. 1959. *Grandeza y decadencia de los mayas*. Fondo de Cultura Económica.

TINDALE, N.B. 1952. On some Australian Coccidae including the moth of the Witjuti (Wichetty grubs). *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 76: 56-65.

TOLEDO, V. 1995. Etnobiología para un desarrollo sustentable: Hacia una nueva etapa de la investigación en México. En: *Etnobiología en el conocimiento y conservación de los recursos naturales y culturales* (En prensa).

TURNER, F. 1977. *The portable North American indian reader*. Penguin Books, Nueva York.

UNICEF. 2002. Página internet consultada en enero www.unicef.org.

UNIVERSIDAD OBRERA DE MÉXICO. 2002. Página internet consultada en enero, www.uom.edu.mx/hoja/hojob36.htm.

VALLE, P., J. RAMOS-ELORDUY & A. MARTÍNEZ. 1985. Estudio microbiológico y conservación a diferentes humedades del chapulín *Sphenarium* sp. Res, pp. 5. En: XVII Cong. Nal de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 21(2).

VALMONT DE BOMAIRE. 1791. *Dictionnaire raisonné universel d'histoire naturelle* 15 Vol. Lyon, Bruyset.

VÁZQUEZ, A. 2003. El chapulín (Orthoptera-Acrididae), una alternativa en la alimentación de las poblaciones circunvecinas en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, Municipios de Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Tepozotlán, Estado de México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, 90 p.

VÁZQUEZ, G.M.A. 1986. Estudio de la calidad y variación temporal del excremento de cerdo fermentado utilizado en la granja integral de policultivo de Tezontepec de Aldama Hidalgo. Tesis Profesional UNAM-E.N.E.P.I, México, 78 p.

WEISS, H.B. 1927. The scarabeus of the ancient Egyptians. *Am. Nat.*, 61: 353-369.

————. 1947. Entomological Medicaments of the past. *J. New York Ent. Soc.*, 50: 155-168.

WEN, L., J. RAMOS-ELORDUY, A.V. PÉREZ & J.M. PINO. 1996. Los Insectos Comestibles y Medicinales de China. Documento Inédito, 7 p.

WWF. 1999. WWF. *Programa México*. Ed. WWF 60 p.

WHO / FAO / UNU (1985) *Necesidades de energía y de proteínas*. Serie de informes técnicos 724. ed. WHO 220 p.

WIJAYASINGHE, M. & A. RAJAGURU. 1977. Use of silkworm (*Bombyx mori* L) pupae as a protein supplement in poultry rations. *J. Nat. Sci. Counc. Sri. Lanka*, 5: 95-104.

WORLD BANK. 2000. *Un mundo mejor para todos. Pobreza*. http://wbln 0018 worldbank.org/ news/press/release. nsf227 y http://www.worldbank.org./poverty/data/trends/income.htm

WRIGHT, B. 1977. Insect and reptile Kachina dolls in hopi kachinas. The guide to collecting kachina dolls, pp. 116-121. Flagstaff, Ariz., Northland 139 p.

ZÚÑIGA, J.C. 1978. Empleo de harina de moscas (*Anastrepha ludens*) en la dieta alimenticia del bagre (*Ictalurus punctatus* Raf.) en fase alevino y juvenil. Tesis Profesional I.T.E.S.M. Nuevo León, 83 p.

APÉNDICE 14.1.
Órdenes, familias y géneros de insectos comestibles de México (2002).

Anoplura. Pediculidae: *Pediculus*.
Ephemeroptera. Ephemeridae: *Ephemera;* Baetidae: *Baetis;* Leptophlebiidae: *Thraulodes*.
Odonata. Aeschnidae: *Aeschna, Anax;* Coenagrionidae: *Ischnura, Enallagma;* Libellulidae: *Eritrodiplax*.
Orthoptera. Acrididae: *Aidemona, Arphia, Boopedon, Encoptolophus, Melanoplus, Ochetotettix, Opeia, Osmilia, Pedies, Plectrottetia, Rhammatocerus, Romalea, Schistocerca, Spharagemon, Sphenarium, Taeniopoda, Trimerotropis, Tropinotus, Homocoriphus, Xanthipus* (*Corallipes*), *Orphula, Orphulella, Locusta;* Gryllidae: *Acheta, Gryllus;* Stenopelmatidae: *Stenopelmatus;* Tettigoniidae: *Liparoscelis, Microcentrum, Petaloptera, Pyrgocorypha, Stilphnnochlora, Scudderia, Conocephalus*.
Blattodea. Blattidae: *Paratropa, Blattella, Pseudomops, Chorisoneura, Epilampa, Periplaneta, Blattaria;* Blaberinae: *Blabera, Blaberus*.
Isoptera. Termitidae: *Microtermes*.
Hemiptera. Belostomatidae: *Abedus, Belostoma, Lethocerus;*

Coreidae: *Acantocephala, Colophoserus, Mamurius, Thasus, Anasa, Piezogaster, Sephina, Pentascelis;* Cynidae; Lygaeidae: *Neacoryphus;* Corixidae: *Buenoa, Corisella, Graptocorixa, Hesperocorixa, Krizousacorixa, Trichocorixa;* Notonectidae: *Notonecta;* Pentatomidae: *Banasa, Brachymona, Chlorocoris, Edessa, Euschistus, Monomorpha, Oebalus=Solubea, Padaeus, Pharypia, Proxis, Nezara, Mormidea;* Rhopalidae: *Jadera.*
Homoptera. Cicadidae: *Odopoea, Proarna, Tympanotermes= Quesada, Tibicen, Cicada, Dundubia, Dactylopinae, Dactylopius;* Membracidae: *Hoplophorion, Umbonia, Anthiante, Aethalion,* Fulgoridae: *Fulgora.*
Megaloptera. Corydalidae: *Corydalus.*
Coleoptera. Cerambycidae: *Arhopalus, Aplagiognathus = Mallodon, Callipogon, Derobrachus, Eburia, Lagocheirus, Ornithia, Polyrhaphis, Stenodontes, Trichoderes, Cerambyx, Acrocinus, Prosopocera (Prosopocera), Megacyllene, Cisa;* Carabidae: *Cicindela;* Dryophthoridae: *Rhyncophorus, Metamasius, Scyphophorus;* Chrysomelidae: *Blepharida, Leptinotarsa, Lactica;* Dytiscidae: *Cybister, Dytiscus, Megadytes, Rhantus, Thermonectes, Laccophilus;* Notoridae: *Suphisellus;* Gyrinidae: *Gyrinus;* Haliplidae: *Haliplus, Peltodytes;* Elateridae: *Chalcolepidius, Pyrophorus;* Erotylidae: *Dichomorpha;* Histeridae: *Hololepta;* Hydrophilidae: *Dibolocelus, Tropisternus, Berossus;* Lucanidae: *Lucanus;* Passalidae: *Popilius, Oileus,Passalus, Passalus (Passalus), Passalus (Pertinax), Paxillus, Verres, Heliscus;* Scarabaeidae: *Cyclocephala, Enema, Phyllophaga= Lachnosterna, Strataegus, Xylorictes, Diboloderus;* Meloidae: *Meloe;* Tenebrionidae: *Eleodes, Tenebrio, Zophobas;* Zopheridae: *Zopherus;* Buprestidae: *Chalcophora, Euchroma;* Staphylinidae: *Oxytelus;* Melolonthidae: *Melolontha, Megasoma, Dynastes;* Rutelinidae: *Chrysina.*
Trichoptera. Hidropsychiidae: *Leptonema;* Leptoceridae: *Oecetis;* Rhyacophilidae: *Atopsyche (Atopsyche).*
Lepidoptera. Castniidae: *Castnia;* Cossidae: *Xyleutes;* Danaidae: *Danaus;* Geometridae: *Synopsia;* Hepialidae: *Phassus;* Megathymidae: *Aegiale;* Nymphalidae: *Cynthia;* Noctuidae: *Spodoptera, Ascalapha= (Erebus), Helicoverpa= Eliotes, Latebraria, Thysania, Guerrea;* Papilionidae: *Protographium, Papilio;* Pieridae: *Catasticta, Eucheira, Phoebis;* Pyralidae: *Laniifera;* Saturniidae: *Arsenura, Hylesia, Eacles, Hemileuca, Actias, Antheraea= Telea;* Bombycidae: *Bombyx;* Satyridae: *Pareuptychia;* Sphingidae: *Manduca, Cocytius, Clanis;* Agaristidae: *Gerra.*
Diptera. Ephydridae: *Eristalis, Ephydra= Hydrophilus, Gymnopa=Mosillus;* Calliphoridae: *Macellaria;* Muscidae: *Musca;* Stratyiomidae: *Hermetia;* Syrphidae: *Campylostoma, Copestylum;* Conopidae: sp. género no determinado; Mycetophilidae: sp. género no determinado.
Hymenoptera. Diprionidae: *Neodiprion, Zadiprion;* Apidae: *Apis, Bombus, Lestrimelitta, Melipona, Trigona, Nannotrigona, Cephalotrigona, Plebeia, Partamona, Scaptotrigona, Trigonisca;* Formicidae: *Eciton, Azteca, Dolichoderus, Acromyrmex, Camponotus, Atta, Liometopum, Myrmecocystus, Pogonomyrmex, Tapinoma;* Sphecidae: *Anmophila;* Vespidae: *Brachygastra, Myschocyttarus, Myschocyttarus (Myschocyttarus), Myschocyttarus (Kappa), Parachartegus, Polistes, Polistes (Aphanilopterus), Polistes (Polisotius), Polistes (Pacificus), Polybia, Polybia (Mirametra), Vespula, Sinoeca, Apoica, Eulema.*

APÉNDICE 14.2.
Significados dados a algunos insectos comestibles por diferentes etnias, listados por países y continentes.

África
Hormigas. Símbolos de fertilidad (bambona y dogones) (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).
Termitas (varias especies). Ejemplos de cuidado, de defensa, de ayuda, de organización, de intelectualidad, de protección (varias etnias) (Motte-Florac & Ramos-Elorduy, 2002).
Antillas
Hormigas. Presagio de muerte en Cuba, Aruba (Ramos-Elorduy, 2003b).
Australia
Escarabajo (*Agrianome spinicollis*). Los aborígenes australianos los llaman 'wichetty grubs', y también se han citado escarabajos del género *Eurinassa*, así como el de algunas especies de mariposas del género *Xyleutes* bajo el mismo nombre y Tindale (1952) cita que la gente está muy bien nutrida comiendo estas larvas. Abundancia, no hambre (itcheringa, waramunga) (Bergier, 1941, Duffy, 1963, Tindale, 1952).
Brasil
Barrenadores de la madera (Cerambycidae y Buprestidae). Simbolizan el Creador para los indios Yagua y el río Amazonas fue creado por ellos al barrenar la tierra (Hogue, 1987).
Tucandeira (*Dynopodera* spp.). Es signo de virilidad para varias tribus amazónicas, los hombres jóvenes son picados en ceremonias de iniciación en la pubertad (jíbaros) (Liebrecht, 1886).
Brasil, Grecia, Italia y China
Mariposa (*Morpho* sp.). La variabilidad, diferentes facetas del ser humano (diversas etnias) (Lenko & Papavero, 1979, a,b; Medeiros, 1999 a, b; Bodenheimer, 1951).
Egipto
Escarabajo Sagrado (*Ateuchus sacer*). Ciclo de la vida y la muerte, viaje al más allá, relacionado con productividad. Producen el día y la noche (egipcios y árabes) (Cambefort, 1988; Weiss, 1927).
E.U.A.
Luciérnagas. Para los apaches jicarilla es el Dios del Fuego (Frazier, 1930).
El gran escarabajo. Para los indios cherokees el gran escarabajo formó la tierra (creador) (Turner 1977).
El escarabajo. Para los indios Lengua del Gran Chaco el escarabajo formó al primer hombre de barro (creador) (Turner, 1977).
Mariposa. El creador para los indios Pima (Turner, 1977).
Mariposa. Kashina doll, divinidad de los Hopi representa el alma (Wright, 1977).
Hormigas. Entre los Hopi los primeros hombres eran hormigas (Soler, 1996).
Moscas (*Oedemagena tarandi*). La energía, el gusto (esquimales) (Bergier, 1941).
Francia y China
Cigarras. Símbolo del sur de Francia porque señalan la perseverancia, el renacimiento, la alegría, la música. En China simbolizan al alma (Boulard, 1995).
Francia, Grecia y China
Cigarra (*Cicada orni, Lyristes plebejus*). Alma, alegría, abundancia (chinos, mongoles, franceses, celtas y romanos) (Duret, 1995).

Grecia

Abeja. Para los griegos era Mylitta, la Diosa o Madre abeja (Schimitschek, 1977).

Grecia, Francia y E.U.A.

Hormigas. Insecto benéfico para griegos, franceses y algunos americanos nativos (Ramos-Elorduy, 2003b).

India

Mariposa. Los nagas de Asam, India, creen que los espíritus de los muertos regresan a nuestro mundo como mariposas (Bergier, 1941).

Hormigas. Para los hindúes los primeros habitantes del planeta eran hormigas y los hormigueros representan a la Tierra (Stutley & Stutley, 1977).

Hormigas. Prosperidad, honradez (en el Talmud, y entre los hindúes) (Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003).

Inglaterra, Escocia y Francia

Hormigas. Diligencia del servidor (celtas) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Israel

Mariposa. La mariposa estilizada era el símbolo original de Jerusalem que luego se transformó en la Estrella de David (judíos) (Rule, 2000).

Hormigas. Símbolo de humildad y modestia, virtudes que enseñaron al rey Salomón (judíos) (Soler, 1996).

Italia

Mariposa. Entre los romanos la mariposa representaba la diosa Psyche que representa el alma y el renacimiento a un estado más elevado (DeMirimonde 1968; Schlam, 1976).

México

Máquesh. El renacimiento, la resurrección, la inmortalidad, el amor (mayas) (Thompson, 1959).

Jumiles (*Edessa cordifera*). Renacimiento, comunicación con el más allá; alivia dolor y bocio (nahuas, xochimilcas) (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

Xochiquetzal (*Papilio multicaudatus*). Belleza, amor, la poesía, la flor, el fuego, el movimiento, representación de las almas (nahuas, aztecas) (Beutelspacher, 1989).

Itzpapalotl (*Rotschildia orizaba*). La guerra, el alma de las mujeres muertas en parto (aztecas) (Heyden, 1974).

Mariposa. Entre los toltecas la mariposa representaba el sol espiritual central como se ve en los Atlantes de Tula (Rule, 2000).

Ah Mucen Cab (*Melipona beecheii*). Entre los mayas representa la explotación, el manejo, la inocuidad, la comunicación con el más allá (Darchen, 1984).

Hormigas. Para los mixes de Oaxaca, su ingestión lo convierte en alguien fuerte y feroz, por lo tanto simboliza la virilidad, la fortaleza, la valentía (Lipp, 1991).

Cacahuate (*Fulgora* spp.). Toda Centroamérica. Representa el mal (totonacos, nahuas, mayas, lacandones, quechuas) (Hogue & Lamas, 1986).

Hormiga colorada (*Pogonomyrmex* spp.). Mostró a Quetzalcoatl la forma de almacenamiento del alimento (aztecas). Entre los mayas aliviaba la artritis y actualmente se usa en la medicina tradicional de esta manera (Ramos-Elorduy, 2000b).

Escamoles (*Liometopum apiculatum*). Los aztecas pensaban que los 'escamoles' eran los huesos de sus antepasados (Recinos, 1947).

Hormiga mielera (*Myrmecocystus melliger*). Su miel alivia el dolor y la inflamación (nahuas) (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

Ahuahutle (*Krizousacorixa azteca, Corisella mercenaria*). Tenía una función mística y era comida especial para las festividades de Semana Santa (nahuas y xochimilcas) (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

Cuecla (*Latebraria amphypiriodes*). Creencias acerca de beneficios o maleficios según la persona aludida, la llaman «la serpiente de las mil cabezas» entre los lacandones (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

Chapulines (*Schistocerca paranensis*). Permitieron la preservación y abundancia de alimento, sirvieron como modelos de Walt Disney, para 'Campanita'. También fueron concebidos por los mayas como las «divinas flores del cielo» (Barrera & Bassols, 1953).

Chinches (*Edessa cordifera* y *Euschistus* spp.). Evitaban el bocio, significan el manejo en unión, y son símbolo de la congregación y de comunicación (nahuas, xochimilcas) (Ramos-Elorduy, 2003a).

Hormiga (*Atta mexicana*). Son modelo de organización, de astucia, de solidaridad, de constancia, de cooperación (nahuas, lacandones, zoques, chontales) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Hormiga (*Atta cephalotes*). Sus mandíbulas se conformaban en grapas para suturar heridas y por los antibióticos que poseen las glándulas mandibulares no se infectan (mayas) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Hormigas. Símbolos del inframundo y portadores de malestares y desgracias (chichimecas) (Ramos-Elorduy & Pino, 1989).

Mariposas (*Danaus plexippus, Actias luna*). Modelos de belleza, muestran el cambio, y son símbolos del alma, la libertad y la paz (tarascos, otomíes, tzoltziles, mazahuas) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Escarabajos (*Strataegus julianus, Strataegus aloe, Canthon* spp.). Muestra de fortaleza, de supervivencia, la protección, de resistencia y en el caso de muchos Scarabaeidae fertilización de la tierra (otomíes) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Avispas (*Polybia occidentalis nigratella, Polistes instabilis*). Modelos de abundancia, progreso, trabajo, y se usan como indicadores de peligro como en Japón (zapotecos, chontales, tzeltzales, otomíes, nahuas) (Ramos-Elorduy, 1982, 2003b).

Moscas (*Musca domestica*). Evitan infecciones y efectúan antibiosis en alimentos y de bacterias, indican a diversas etnias la transformación, la muerte, la pérdida, el dolor (nahuas, mazatecos) (Nieves, 1997).

Cochinillas (*Dactylopius coccus, D. indicus, D. tomentosus, Laccifer laca*). Proveían el colorante místico y la laca, simbolizan un regalo de los dioses hacia ellos. Todas las etnias que se encuentran en zonas áridas y en Chiapas las segundas (Ramos-Elorduy, 2003b).

Abejorros. Son símbolos de la productividad (Oaxaca, zapotecos) (Ramos-Elorduy, 2003b).

Membrácidos (*Hoplophorion monograma, Umbonia reclinata*). Nos indican la adaptación, el mimetismo, las máscaras en sentido psicológico (nahuas y mazatecos) (Ramos-Elorduy, 2000b).

Moscas de mayo. Muestran lo efímero, lo vano, lo superfluo (aztecas) (Soler, 1996).

México, E.U.A. y Australia

Hormigas mieleras (necuazcatl) (*Myrmecocystus melliger, Carebara vidua*). El almacenamiento, la previsión, el gusto, la comunicación con otra dimensión (aztecas, waramungas y atcheringas) (McGregor, 1975, Bergier 1941).

México, E.U.A., Canadá, Brasil, Venezuela y Perú

Varios insectos tótems. Diferentes especies de insectos como

escarabajos, chapulines, grillos, avispas, se erigieron como tótems entre diferentes culturas amerindias en sus religiones y cosmologías (diversas etnias) (Berlin & Prance, 1978; Hitchcock, 1962; Hogue, 1987; Myer, 1894; Weiss, 1927).

México y Francia

Piojos (*Pediculus humanus capitis, Pediculus humanus vestimenti*). Efectuaban la comunicación como mensajeros, así lo indica el Popol Vuh (mayas). En Francia en la Edad Media eran símbolo de fortaleza, buen estado de salud (Recinos, 1947; Ladroux, 1990).

México y Guatemala

Hormigas. Para los mayas simbolizaban el espíritu de comunidad, diligencia, economía, ferocidad, prudencia, frugalidad, sabiduría, inteligencia, trabajo, orden, previsión e industria (Thompson, 1959).

Hormigas. En los mayas la raza elegida eran los «hombres hormigas rojas» (chac zay uieen, cob) (Thompson, 1959).

México e India

Abejas (*Apis mellifera*). Provee de productos alimenticios, efectúan la polinización de las plantas. Para los hindúes es el único animal que se comunica con dios, se encuentra en la frente de Khrisna y en los brazos de Shiva. Varias etnias en el mundo (Soler, 1996).

Nueva Caledonia

Libélula. El espíritu de los muertos. Muestran la fiereza, la ligereza, la modificación y el alma de los ancestros. (aborígenes) (Boulard, 1995).

Nueva Guinea

Tótem de chapulín. Alimento abundante (papúas) (Bergier, 1941).

Sudáfrica

Manta (*Mantis religiosa*). Dios de la creación entre los bushmen (Schimitschek, 1974).

Hormigas. Consideran que provocan la muerte de los mineros de diferentes nacionalidades y por lo tanto diferentes etnias (Ramos-Elorduy, 2003b).

Tibet

Hormigas. Consideran que tienen una dependencia excesiva de bienes terrenales (tibetanos) (Ramos-Elorduy, Motte Florac & Conconi, 2003).

APÉNDICE 14.3.
Insectos comestibles de México, con indicación de los estados donde se hallan, clima, vegetación, etnias que los consumen y uso que les dan.

Escamoles (*Liometopum apiculatum*). Hidalgo, Estado de México y Tlaxcala. Semi seco Bsw, Bss. Matorral Xerófilo. Náhuatl, otomí y mazahua. Nutricional.

Laca (*Laccifer laca*). Michoacán. Templado Húmedo Cw. Bosque Húmedo. Tarasco, purépecha. Pictórico, medicinal y artesanal.

Moscas de la virgen (*Scaptotrigona mexicana*). Veracruz, Oaxaca y Chiapas. Templado subhúmedo Cw. Montañas con bosque húmedo. Totonaca, náhuatl, mixteco, zapoteco y huasteco. Nutricional y medicinal.

Jumiles (*Edessa cordifera*). Guerrero, Puebla y Oaxaca. Templado semifrío C (b'). Montañas con bosque húmedo y semiseco. Náhuatl, mixteco y tlapaneco. Cosmogónico y místico.

Melipona (*Melipona beecheii*). Yucatán y Chiapas. Subtropical cálido subhúmedo Aw. Bosque tropical lluvioso. Maya, tzeltal, tzotzil y lacandón. Nutricional, medicinal y místico.

Chapulines (*Sphenarium histrio* y *S. purpurascens*). Oaxaca, Estado de México, Puebla y Tlaxcala. Templado Ca k. Altiplanicies. Mixteco, náhuatl y otopame. Nutricional y medicinal.

Avispas (*Polistes instabilis, Polybia parvulita, P. occidentalis nigratella y P. o. bohemani*). Oaxaca, Chiapas y Hidalgo. Tropical cálido húmedo A (C). Planicies costeras. Zapoteco, popoluca, mixe, suave, mixteco, náhuatl, otomí y huasteco. Nutricional, medicinal y místico.

Hormiga mielera (*Myrmecocystus melliger* y *M. mexicanus*). Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo y Estado de México. Semiseco Bw A(C). Altiplanicies. Náhuatl y otomí. Nutricional, místico y medicinal.

Ahuahutle-huevecillos y Axayácatl-adultos (*Krisocaurixa azteca, K. femorata, Corisella edulis, C. mercenaria* y *Notonecta unifasciata*). Estado de México, Guanajuato y Michoacán. Semiseco Bw A (C). Altiplanicies. Náhuatl, purepecha y otomí. Nutricional y místico.

Gusano del madroño (*Eucheira socialis*). Oaxaca y D.F. Templado subhúmedo Cw. Bosque subhúmedo. Mixteco y náhuatl. Nutricional.

Cochinilla de la grana (*Dactylopius coccus, D. tomentosus, D. indicus* y *D. confusus*). Oaxaca, Hidalgo y Estado de México. Semiseco Bsw Bss. Matorral xerófilo. Náhuatl, otomí y mixteco. Nutricional, textil y pictórico.

Gusano blanco del maguey (*Aegiale hesperiaris*). Hidalgo, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Semiseco Bsw Bss. Matorral xerófilo. Náhuatl, otomí y tlaxcalteca. Nutricional y medicinal.

Abejas (*Apis mellifera*). Norte de México hasta Chiapas. Muchos. Varios. Todas las etnias de México. Nutricional, medicinal y artesanal.

Aje (*Coccus axin*). Oaxaca y Chiapas. Tropical cálido subhúmedo Aw. Bosque Tropical lluvioso. Mixtecos, zapotecos, tzeltal y tzotzil. Medicinal.

APÉNDICE 14.4.
Plantas huéspedes utilizadas como alimento por algunos insectos comestibles de México.

Orthoptera

Acrididae

Sphenarium histrio B. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
S. purpurascens Ch. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Taeniopoda sp. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Trimerotropis pallidipennis G. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Sphenarium magnum. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Ochetotettix cer. salinus B. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Tropinus mexicanus B. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Osmilia flavolineata De Geer. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
Schistocerca sp. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.
S. paranensis B. Chapulín. Hierbas y gramíneas silvestres.

Hemiptera

Pentatomidae

Euschistus zopilotensis D. Jumiles. Encinos y matorrales.
Edessa mexicana S. Jumiles. Encinos y matorrales.
Euschistus taxcoensis A. Jumiles. Encinos, matorrales y tepozán.
Coreidae
Pachilis gigas B. Chagüis o chamoes. Mezquites y huizaches.
Homoptera
Cicadidae
Proarna sp. Cigarras. Leguminosas de selva baja caducifolia.
Lepidoptera
Pieridae
Catasticta teutila D. Atlacapoli o metzinxilocuile. Tepozán?
Eucheira socialis. Pesiga, gusano del madroño. Madroño.
Hepialidae
Phassus triangularis E. Gusano de la jarilla y tepozán. Tepozán y jarilla.
Phassus spp. Gusanillo. Árbol del gusanillo.
Megathymidae
Aegiale hesperiaris K. Gusanillo blanco del maguey. Maguey pulquero.
Cossidae
Xyleutes redtembacheri H. Chilocuil, gusano rojo del maguey. Maguey pulquero.
Noctuidae
Ascalapha odorata L. Mariposa del muerto. Árbol del muerto.
Pyralidae
Laniifera cyclades D. Gusano del nopal. Nopal silvestre.
Geometridae
Synopsia mexicanaria W. Capulcuamiche o quimichcacapole. Capulín silvestre y tepozán.
Saturniidae
Hylesia frigida H. Gusano de madroño. Madroño.
Arsenura armida C. Cuda. Pochote, jonote y guásimo.
Coleoptera
Cerambycidae
Arophalus rusticus L. Gusano de los palos podridos. Pinos podridos.
Stenodontes cer. maxillosus D. Ticoco del encino. Encino y pino.
Trichoderes pini Ch. Gusano de los palos podridos. Pino.
Aplagiognathus spinosus. Ticoco del elite podrido. Elite, encino, sauce y pirul.
Chrysomelidae
Leptinotarsa decemlineata S. Gusano del trompillo. Trompillo, tabaco, chile y berenjena.
Dryophthoridae
Metamasius spinolae V. Picudo del nopal. Nopal silvestre.
Rhyncophorus palmarum. Picudo de la palma. Palma de coco.
Scyphophorus acupunctatus. Botija, picudo del maguey. Maguey pulquero y mezcalero (añosos).
Passalidae
Oileus reinator T. Ticoco del encino podrido. Encino.
Passalus punctiger L y S. Ticoco del encino podrido. Encino.
Diptera
Stratyiomydae
Copestylum haggi (J). Gusanos planos del maguey mezcalero. Maguey pulquero y mezcalero (añosos).
Copestylum anna (W). Gusanos planos del maguey mezcalero. Maguey pulquero y mezcalero (añosos).
Mycetophilidae
Gusano de los hongos comestibles. Diversos hongos comestibles.
Syrphidae
Campylostoma sp. Gusano de la piña del maguey pulquero. Maguey pulquero.
Hymenoptera
Formicidae
Liometopum apiculatum M. Escamoles, teclates. Cedro, pino, encino, maguey, nopal, garambullo, pirul, matorral de hojosas, palo loco, arbustos silvestres y jarrilla.
Myrmecocystus melliger W. Hormiga de vino. Frutos de chilitos (Mamilarias) garambullos, tunas de nopal.
M. mexicanus. Hormiga de vino. Frutos de chilitos (Mamilarias) garambullos, tunas de nopal.
Liometopum occidentale var. luctuosum W. Escamoles y guijes. Cedro, encino y pinos.
Apidae
Trigona spp. Mosca de la virgen. Vegetación variada.
Melipona spp. Abejitas. Palma, amate.
Lestrimelitta limao Sm. Abejas. Amate, ramon.
Vespidae
Brachygastra lecheguana L. Avispa. Guamuchil.
Polybia occidentalis nigratella B. Avispa, huevo de toro. Palmera, encino maguey y enebro.
P. o. bohemani H. Avispa rayada. Encino, pino, palmeras y cornezuelo.
P. parvulina R. Avispa negra. Huizache, bejucales y palmeras.
Brachygastra azteca S. Avispa seguidora. Palmera y bejucales.
B. mellifica S. Avispa panal de castilla. Leguminosas y árbol del panal.
Parachartegus apicalis F. Avispa trompa de burro o de ala blanca. Cornezuelo.
Mischocytarus sp. Avispa con franja blanca. Palmeras y bejucales.
Apidae
Apis mellifera L. Abeja. Eucalipto, pirul, sauces y ahuehuetes.

APÉNDICE 14.5.
Diferentes regímenes alimenticios de insectos comestibles según su uso del recurso forestal.

Defoliadores
Catasticta teutila
Eucheira socialis
Hylesia frigida
Ascalapha odorata
Arsenura armida
Synopsia mexicanaria
Leptinotarsa decemlineata
Schistocerca paranensis
Sphenarium purpurascens
S. magnum
Taeniopoda sp.
Trimerotropis pallidipennis
Ochetottettix cer salinus
Tropinotus mexicanus
Osmilia flavolineata
Schistocerca sp.
Succionadores
Edessa mexicana
Euschistus spp.

Euschistus taxcoensis
Pachilis gigas
Proarna sp.
Barrenadores
Phasus triangularis
Phasus spp.
Xyleutes redtembacheri
Laniifera cyclades
Aegiale hesperiaris
Campylostoma sp.
Rhyncophorus palmarum
Trichoderes pini
Metamasius spinolae
Copestylum haggi
Copestylum anna
Secreciones de algunos parásitos forestales
Liometopum apiculatum
L. occidentale var luctuosum
Myrmecocystus mexicanus
Trigona spp.
Melipona spp.
Brachygastra lecheguana
Polybia occidentalis bohemani
P. o. nigratella
Brachygastra azteca
B. mellifica
Parachartegus apicalis
Mischocytarus sp.
Apis mellifera
Polybia parvulina
Xilófagos
Arhopalus rusticus.
Stenodontes cer. maxillosus.
Aplagiognathus spinosus.
Passsalus aff. *punciger.*
Oileus reinator.

APÉNDICE 14.6.
Algunos sabores de los insectos comestibles.

Hormigas (larvas y pupas): dulce, parecido a la nuez de Castilla; en el caso de los reproductores adultos es como una pasta de nuez densa y cremosa.
Hormigas mieleras (repletas o 'vinitos'): jarabe dulce que depende de la concentración de azúcares.
'Cuetla' (larvas): semejante al arenque.
Gusano blanco de maguey (larvas): es el sabor más refinado y característico de este grupo.
Gusano elotero (larvas): semejante al maíz del que se alimenta.
Grillos (ninfas y adultos): sabor muy refinado, mejor que el del camarón.
Chapulines (ninfas y adultos): toman el sabor de los ingredientes con que se preparan.
Libélulas (larvas): semejante al pescado.
Otros insectos acuáticos (larvas): semejante al pescado.
Gusanos del nopal (larvas): semejante al sabor de la papa de cáscara rosa frita.
Gusano rojo del maguey (larvas): crudas tienen un sabor que pica más que el chile serrano.
Jumiles de Morelos (ninfas y adultos): a manzana bien madura.
Jumiles de Taxco (ninfas y adultos): muy fuerte, extraño y difícil de definir.
Termitas (obreras): semejante a la nuez de Macadamia.
Gusanos de los palos (larvas): semejante al chicharrón de puerco.
Periquito del aguacate: semejante al del aguacate cuando está fresco y a la pepita seca de calabaza cuando está frito o asado.
Avispas (larvas y pupas): semejante al piñón.
Axayácatl (adultos): semejante al pescado si están frescos, y a polvo de camarón si están secos.
Ahuauhtle (huevecillos del Axayácatl): peculiar, semejante al caviar, levemente salados.
Gusano amarrillo (larvas): semejante a la harina del arroz integral.
Abejas (larvas y pupas): semejante a almendras.
Cigarras (adultos recién emergidos hervidos): semejante a pechuga de pollo tierno.
Gusanillo (larvas): semejante a la pierna de pollo.

APÉNDICE 14.7.
Géneros de insectos empleados en las diferentes enfermedades en el mundo.

Aparato digestivo (93 géneros): *Acheta, Aegiale, Aglossa, Apis, Aspongopus, Atta, Atylothus, Banasa, Bellicotermes, Bipetilus, Blatta, Blattaria, Bombyx, Brachytrupes, Callipogon, Canthon, Chrysomia, Cimex, Cnidocampa, Coccus, Copris, Corydalus, Ctenolepisma, Cynipes, Dactylopius, Distoleon, Edessa, Epicauta, Eriosoma, Euclea, Eupolyphaga, Euroleon, Euschistus, Forficula, Forkalus, Formica, Frieseomelitta, Gastrodia, Hepialiscus, Hepialus, Hierodula, Hoplophorion, Hydrillodes, Kermes, Laccifer, Lepisma, Locusta, Luciola, Lycorma, Lytta, Mantis, Martianus, Melanaster, Melanoplus, Melipona, Meloe, Microtermes, Musca, Mylabris, Myrmelion, Napialus, Neoconocephalus, Odontotaenius, Oecophylla, Pachilis, Paedurus, Papilio, Partamona, Pemphigus, Periplaneta, Phasus, Pheidole, Phyllophaga, Plebeia, Polistes, Polyphaga, Proceras, Rhinchitis, Rhinocillus, Ruspolia, Sarcophaga, Scaptotrigona, Schistocerca, Solenopsis, Sphenarium, Statillia, Syntermes, Tabanus, Taeniopoda, Tremex, Trigona, Vespa, Vespula.*
Sistema reproductor (82 géneros): *Aegiale, Aeschna, Anax, Anomala, Apis, Aspongopus, Atylothus, Banasa, Bellicotermes, Bipetilus, Blatta, Bombyx, Brachygastra, Chrysobothris, Cicada, Cimex, Coccus, Crocothemis, Cryptotympana, Dactylopius, Diponera, Edessa, Epicauta, Eupolyphaga, Euschistus, Floraphis, Forkalus, Formica, Frieseomelitta, Gryllotalpa, Hepialiscus, Hepialus, Hierodula, Holotrichia, Hoplophorion, Hydropsyche, Kaburagia, Laccifer, Liocola, Locusta, Lycorma, Lytta, Mantis, Meitanaphis, Melipona, Meloe, Microtermes, Mylabris, Napialus, Nassusitermes, Nurudea, Opisthoplatia, Oxycetonia, Pachilis, Pantala, Paratenodera, Partamona, Pentodon, Periplaneta, Phasus, Pheidole, Polistes, Polybia, Polyphaga, Polyrhachis, Protaetia, Rhinocillus, Scaptotrigona, Schlechtendalia, Solenopsis, Statillia, Stenopsyche, Strategus, Sympetrum, Syntermes, Tabanus, Thrincopyge, Trematodes, Trigona, Vespa, Vespula, Xylotrupes.*

Piel (82 géneros): *Acheta, Acrida, Acromyrmex sp., Aglossa, Apis, Aromia, Aspongopus, Atta, Atylothus, Banasa, Blaps, Blattella, Bombyx, Brachytrupes, Buprestis, Canthon, Ceracri, Cicada, Cimex, Cnidocampa, Coccus, Cochliomia, Copris, Corydalus, Cryptotympana, Cynipes, Dactylopius, Dermestes, Dineutes, Discolia, Edessa, Epicauta, Euclea, Eupolyphaga, Euroleon, Euschistus, Floraphis, Formica, Gryllotalpa, Gryllus, Gyrinus, Holotrichia, Hydrillodes, Kaburagia, Laccifer, Locusta, Lucilia, Lycorma, Lytta, Mecopoda, Meitanaphis, Melanaster, Melipona, Meloe, Musca, Mylabris, Myrmecocystus, Nassusitermes, Nezara, Nurudea, Oxya, Paedurus, Periplaneta, Phasus, Phormia, Platypleura, Polistes, Polyphaga, Procerus, Scaptotrigona, Schlechtendalia, Scrasipedus, Tabanus, Tessarotoma, Tettogonia, Tibicen, Tremex, Trigona, Vespa, Vespula, Wohfhartia.*

Otras enfermedades (72 géneros): *Acrida, Allomyrina, Anax, Anomala, Apis, Ateuches, Atylothus, Blatta, Blattella, Bombyx, Brachytrupes, Catharsius, Ceraeri, Chrysomia, Cicada, Cimex, Cnidocampa, Corydalus, Cryptotympana, Cynipes, Dactylopius, Distoleon, Epicauta, Euclea, Eupolyphaga, Euroleon, Floraphis, Formica, Geotrupes, Gryllotalpa, Gryllus, Gymnopleururus, Heliocopris, Holotrichia, Huechys, Kaburagia, Liocola, Lytta, Mecopoda, Meitanaphis, Melipona, Meloe, Minema, Musca, Mylabris, Myrmecocystus, Myrmelion, Nurudea, Oiketicus, Opisthoplatia, Ornithis, Oxlycetonia, Oxya, Pentodon, Periplaneta, Pheidole, Platypleura, Polistes, Polybia, Polyphaga, Polyrhachis, Proceras, Protaetia, Sarcophaga, Scapsipedus, Schlechtendalia, Solenopsis, Tabanus, Tibicen, Trematodes, Vespa, Xylotrupes.*

Aparato respiratorio (70 géneros): *Acheta, Acrida, Anax, Apis, Apoica, Aspongopus, Atta, Banasa, Bipetilus, Blatta, Blattaria, Blattella, Bombyx, Brachytrupes, Ceracri, Cnidocampa, Crocothemis, Cryptotympana, Cynipes, Dactylopius, Dineutes, Edessa, Eucheira, Euclea, Eumenes, Euschistus, Forkalus, Frieseomelitta, Gyrinus, Hepialis, Hepialiscus, Hepialus, Holotrichia, Huechys, Larinus, Locusta, Lycorma, Martianus, Melanaster, Melipona, Myrmecocystus, Napialus, Oecophylla, Oiketicus, Oxya, Pachilis, Paedurus, Pantala, Papilio, Partamona, Patanga, Pepsis, Periplaneta, Phasus, Platypleura, Plebeia, Polistes, Polybia, Ruspolia, Scaptotrigona, Schistocerca, Sympetrum, Synoeca, Syntermes, Taeniopoda, Tetragonisca, Tibicen, Trigona, Vespa, Xylocopa.*

Sistema nervioso (65 géneros): *Acantocephala, Acrida, Anomala, Antheraea, Apis, Aspongopus, Banasa, Bipetilus, Bombus, Bombyx, Callipogon, Ceracri, Cicada, Cnidocampa, Corydalus, Cryptotympana, Ctenolepisma, Dactylopius, Distoleon, Edessa, Epicauta, Euclea, Eumenes, Eupolyphaga, Euroleon, Euschistus, Forficula, Forkalus, Formica, Gryllotalpa, Hepialiscus, Hepialus, Holotrichia, Lepisma, Liocola, Locusta, Lucanus, Lyocorma, Lytta, Martianus, Melanaster, Melipona, Meloe, Myelobia, Mylabris, Myrmelion, Napialus, Oecophylla, Ornidia, Oxya, Paratenodera, Partamona, Patanga, Periplaneta, Platypleura, Pogonomyrmex, Polistes, Rhinocillus, Rhynchitis, Solenopsis, Tabanus, Tibicen, Trigona, Vespa, Zopherus.*

Sistema circulatorio (58 géneros): *Aeschna, Aglossa, Anax, Anmophila, Anomala, Apis, Apriona, Atylothus, Batocera, Blatta, Blattella, Bombus, Bombyx, Canthon, Copris, Corydalus, Cybister, Elata, Ericerus, Eupolyphaga, Euroleon, Floraphis, Holotrichia, Hydrillodes, Kaburagia, Liocola, Liometopum, Locusta, Locustana, Meitanaphis, Melanoplus, Melipona, Mylabris, Nassusitermes, Nurudea, Odontotaenius, Opistoplatia, Oxycetonia, Papilio, Partamona, Pentodon, Periplaneta, Phasus, Polybia, Polyphaga, Proceras, Protaetia, Ruspolia, Schistocerca, Schlechtendalia, Sphenarium, Tabanus, Taeniopoda, Trematodes, Trigona, Vespa, Vespula, Xylotrupes.*

Sistema renal (50 géneros): *Acheta, Aegiale, Apis, Aspongopus, Banasa, Blatta, Bombyx, Brachygastra, Brachytrupes, Ctenolepisma, Cybister, Dytiscus, Edessa, Epicauta, Euschistus, Forficula, Formica, Frieseomelitta, Gryllotalpa, Heliocopris, Hierodula, Hydropsyche, Lepisma, Luciola, Lytta, Mantis, Melanoplus, Melipona, Meloe, Mylabris, Neoconocephalus, Oedopoea, Pachilis, Paratenodera, Partamona, Pediculus, Periplaneta, Phasus, Pheidole, Polybia, Proceras, Ruspolia, Scaptotrigona, Schistocerca, Solenopsis, Sphenarium, Statillia, Stenopsyche, Taeniopoda, Trigona.*

Sistema neuromuscular (45 géneros): *Acheta, Acrida, Allomyrina, Anomala, Apis, Atta, Blatta, Bombyx, Brachytrupes, Canthon, Catharsius, Cicada, Coccus, Copris, Cryptotympana, Dermestes, Ericerus, Eupolyphaga, Frieseomelitta, Gastrodia, Geotrupes, Gymnopleururus, Heliocopris, Hierodula, Locusta, Lucanus, Mantis, Martianus, Melipona, Minema, Mischocytarus, Odontotaenius, Ornithis, Oxya, Paratenodera, Pediculus, Periplaneta, Platypleura, Polistes, Polybia, Statillia, Tibicen, Trigona, Vespa, Vespula.*

Oído (32 géneros): *Acheta, Acrida, Apis, Blaps, Brachytrupes, Canthon, Ceracri, Corydalus, Euroleon, Forficula, Gryllotalpa, Gryllus, Laccifer, Locusta, Lycorma, Mecopoda, Melanoplus, Melipona, Meloe, Nezara, Odontotaenius, Oxya, Periplaneta, Platypleura, Ruspolia, Scapsipedus, Schistocerca, Sphenarium, Stenodontes, Tabanus, Taeniopoda, Tessarotoma.*

Ojo (32 géneros): *Acheta, Anomala, Apis, Ateuches, Blatta, Bombyx, Brachygastra, Brachytrupes, Canthon, Forficula, Frieseomelitta, Gryllus, Holotrichia, Liocola, Luciola, Melipona, Musca, Myrmecocystus, Odontotaenius, Oxycetonia, Partamona, Pentodon, Periplaneta, Platypleura, Polybia, Protaetia, Scaptotrigona, Tetragonisca, Tibicen, Trematodes, Trigona, Xylotrupes.*

Sistema óseo (26 géneros): *Acheta, Anomala, Apis, Brachytrupes, Coccus, Cochliomia, Corydalus, Dactylopius, Ericerus, Eupolyphaga, Euroleon, Holotrichia, Laccifer, Liocola, Melanoplus, Oxycetonia, Pentodon, Phormia, Polyphaga, Protaetia, Sphenarium, Trematodes, Vespa, Vespula, Wohfahrtia, Xylotrupes.*

Sistema inmunológico (22 géneros): *Aegiale, Apis, Aspongopus, Banasa, Bombyx, Camponotus, Cicada, Cryptotympana, Edessa, Euschistus, Formica, Gryllus, Lepisma, Meloe, Partamona, Pheidole, Pogonomyrmex, Polistes, Polyrhachis, Solenopsis, Vespa, Vespula.*

Cáncer (21 géneros): *Apis, Atylotus, Bipetilus, Blatta, Bombyx, Buprestis* sp., *Cryptotympana, Cyclopelta, Forkalus, Gryllotalpa, Hepialiscus, Hepialus, Huechys, Melipona, Mylabris, Napialus* sp., *Nurudea, Periplaneta, Polistes, Polyrhachis, Tabanus.*

Antídotos (18 géneros): *Ateuches, Blaps, Canthon, Cimex, Coccus, Cynipes, Gryllotalpa, Locusta, Melanoplus, Melipona, Mutilla, Odontotaenius, Pieris, Ruspolia, Schistocerca, Sphenarium, Taeniopoda, Vespula.*

Sistema endocrino (12 géneros): *Apis, Aspongopus, Atta, Banasa, Bombyx, Edessa, Ericerus, Euschistus, Hydrillodes, Pachilis, Proceras, Trigona.*