

## Investigación

# Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México

Julieta Ramos-Elorduy\* y José M. Pino M.\*

Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Ap. Postal 70-153, México 04510, D.F.

Recibido el 1o. de febrero del 2001; aceptado el 21 de junio del 2001

**Resumen.** Se determinó la concentración de las vitaminas A, C, D y B (tiamina, riboflavina y niacina) en 35 especies de insectos comestibles. Se destaca la función que éstas tienen para el desarrollo y crecimiento del organismo humano, así como para la salud. Las concentraciones obtenidas en los insectos comestibles estudiados se comparan con los alimentos convencionales ricos en estos micronutrientes, 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 amphipyrioides* (larvas) en vitamina C, *Acheta domestica* (ninfas) en vitamina D, y *Copestylum anna* y *Copestylum haggi* (larvas) en tiamina, riboflavina y niacina. Se observa en general que los insectos estudiados poseen mayores cantidades de vitaminas del grupo B. Igualmente, se señala la importancia de la presencia de dichas vitaminas en la alimentación de los habitantes del área rural de México, quienes consumen regularmente insectos, e incluso los almacenan y comercializan.

**Palabras clave:** Insectos comestibles, vitaminas A, C, D, B.

**Abstract.** The concentrations of Vitamins A, C, D, and B (thiamine, riboflavine and niacin) in 35 species of edible insects were determined. It is noted the role of these substances for the development and growth of the human organism, as well as for health.

The concentrations obtained for the edible insects studied were compared with those of conventional edible products rich in these micronutrients, noting that in many cases certain species surpass the vitaminic content of various common edible products, therefore, some edible insects species can be considered as a good vitaminic source. This is the case of *Periplaneta americana* (adults) in vitamin A, *Latebraria amphipyrioides* (larvae) in vitamin C, *Acheta domestica* (nymphae) in vitamin D, and *Copestylum anna* and *C. haggi* (larvae) in thiamine, riboflavine, and niacin. It is observed that the insects species studied possess more content in vitamins of the B group. It is pointed out the importance of the presence of these vitamins for the diet of peasants of the rural area of Mexico, who regularly consume insects, and even store and commercialize them.

**Keywords:** Edible insects, vitamins A, C, D, B.

## Introducción

Uno de los principales problemas que afecta a nuestro país es la falta de una buena nutrición. De acuerdo a Ramírez [1], en México se presentan 4 tipos de alimentación: buena, regular, mala y muy mala, observándose principalmente en algunos estados serias carencias dietéticas, ya que no se cubren los requerimientos necesarios en los diversos nutrientes [2]. La mala nutrición ha originado la existencia de desnutrición entre los habitantes de las áreas rurales a pesar de que gran parte hacen acopio de varios recursos silvestres tanto de origen vegetal como animal, entre los que se encuentran los insectos.

En México la entomofagia constituye una alternativa alimenticia prometedora para el hombre [3, 4] como lo comprueban diferentes investigaciones sobre insectos comestibles referentes a aspectos biogeográficos [5], a su biodiversidad en el mundo [6], a su sustentabilidad [7], a su importancia en la alimentación de los núcleos rurales [8, 9], a su valor nutritivo [10-13], habiéndose demostrado que son una buena fuente de proteínas [14] aunada a su calidad proteínica [15] y a que son altamente digestibles [16]. Es decir, los insectos son una excelente alternativa alimenticia para el hombre [17].

Las vitaminas son sustancias indispensables en la dieta humana ya que nuestro cuerpo no las sintetiza y éstas con-

trolan diversos procesos metabólicos [18]. Casi todas las vitaminas hidrosolubles son componentes de sistemas enzimáticos esenciales y muchas apoyan el metabolismo energético. Las vitaminas principales son: A, C, D, E, K, y otras del Grupo B (B1, B2, B3, B5, B6, B12, H) [19].

Las vitaminas se dividen en dos grupos; las liposolubles (A, D, E y K), hidrosolubles, como la vitamina C y las vitaminas del Grupo B.

Por lo general una sobredosis de vitaminas hidrosolubles no causan efectos tóxicos, sin embargo se han reportado reacciones adversas a dosis altas de vitamina C, incluso su relación con el cáncer [19].

La deficiencia de las vitaminas liposolubles (A, D) también puede deberse a algún trastorno que afecte la absorción de las grasas. La ingesta excesiva de ellas, puede tener efectos nocivos para el organismo.

La naturaleza de estos síntomas va a depender de la vitamina involucrada. La Tabla 1 muestra las principales fuentes alimenticias de las vitaminas, algunas enfermedades que provoca su deficiencia y algunas de sus funciones [18, 20, 21].

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 es-

corbuto y de xeroftalmia [22]. Además, en la mayoría de los pueblos de alimentación extremadamente pobre como los tarahumaras, los mixes, los mixtecos, zoques, etc., casi siempre se observa la carencia de riboflavina y de otras vitaminas del complejo B. Las deficiencias de las vitaminas hidrosolubles son más frecuentes, ya que el organismo no puede almacenar grandes cantidades de éstas.

Como podemos apreciar en la Tabla 1, algunas de las fuentes de las diversas vitaminas estudiadas son tanto de origen animal como vegetal. En una dieta varía la proporción de éstas de acuerdo a la vitamina de que se trate, sea en el caso de las liposolubles como de las hidrosolubles, con excepción de la vitamina C, que únicamente se reporta proveniente de vegetales y frutas. La nomenclatura de las vitaminas objeto de esta investigación se incluye en la Tabla 2.

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, depende en gran parte 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 [22].

Por los escasos estudios reportados referentes a las vitaminas que albergan los insectos en general y en particular, los realizados en sólo unas cuantas especies de insectos comestibles [4, 10, 12, 23-25], y a que los insectos forman parte de la dieta de muchos grupos étnicos en todo el mundo, consideramos de interés determinar las proporciones de vitaminas (A, C, D, B, tiamina, riboflavina y niacina) que contienen algunas especies de insectos comestibles de México, así como compararlas con algunos alimentos convencionales.

## Materiales y métodos

**Colecta y determinación taxonómica.** Los insectos estudiados fueron colectados en diferentes Estados de la República Mexicana, posteriormente se montaron, etiquetaron, catalogaron y determinaron de acuerdo a las claves taxonómicas correspondientes, siendo su identificación ratificada por los especialistas en cada uno de los órdenes. Otros insectos provenían de las cámaras de cultivo del Instituto de Biología de la UNAM, tal es el caso de *Periplaneta americana* (cucarachas), *Acheta domestica* (grillos) y *Tenebrio molitor* (gusano amarillo de las harinas). Los insectos se trasladaron a la UNAM en hielo seco y posteriormente se secaron en una estufa marca Felisa a 50 °C durante tres días, almacenándose en frascos dentro de un congelador.

**Análisis de vitaminas.** Los análisis fueron realizados por el Laboratorio American Quality S.A. La vitamina A se determinó por cromatografía líquida de alta presión (HPLC en fase normal), ubicado en el apéndice normativo A de la NOM-091-SSA1-1994, la vitamina D mediante HPLC [15] y las vitaminas: C, tiamina, riboflavina y niacina se cuantificaron de acuerdo a las técnicas del A.O.A.C. [26].

## Resultados y discusión

En la Tabla 3 se presenta la relación taxonómica de los insectos estudiados (35 especies), en ésta se señala, el orden, la familia, el género, la especie, el nombre común y el lugar de origen de cada especie.

En la Tabla 4 se reportan los resultados obtenidos para las vitaminas C, tiamina, riboflavina y niacina que se expresan en mg / 100 g y para las vitaminas A y D que se señalan en U.I. / 100 g.

Podemos ver que los rangos de vitamina A que poseen estos insectos varían de 0.33 a 160.52 (U.I. / 100 g) que al compararlos con los reportados por [25] para las larvas de *Tenebrio molitor*, *Acheta domestica* y *Apis mellifera* que señala cantidades superiores a 30 U.I. / 100 g están dentro de nuestro rango. Sin embargo, particularmente en el caso de los grillos (*Acheta domestica*) tanto en su estado ninfal como adulto nuestros resultados son mucho más bajos 0.77 U.I. / 100 g. y 0.33 U.I. / 100 g, respectivamente. En el caso de *T. molitor* nosotros sólo analizamos adultos cuyo contenido (75.36 U.I. / 100 g) es muy superior al reportado para las larvas de este insecto. Si los comparamos con los valores reportados por Kodondi [12] en tres orugas comestibles de Zaire sus valores están dentro del rango obtenido por nosotros; ellos son 44, 31, 30 µg de retinol para *Imbrasia epimethea*, *I. truncata* y *Nudaurelia oyemensis*, respectivamente. Brush [27] reporta que los pigmentos del exoesqueleto de los insectos pueden dar origen a la actividad de la vitamina A, al convertir el beta caroteno en esta vitamina.

En vitamina D (U.I. / 100g) los valores obtenidos oscilan de 164.91 a 852.66, perteneciendo el primero a *Sphenarium* sp y el último a las ninfas de *Acheta domestica*.

Las vitaminas hidrosolubles B1, B2 y B3 han sido más estudiadas, para la tiamina (mg / 100) nuestros valores oscilan de 0.05 a 1.47, que comparados con los de Fladung [23] en un efemeróptero, *Caenis kungu*, se encuentra dentro de este rango (124), al igual que con Paulian [24], en las orugas de *Coeliades libeon*, el cual reporta un contenido de 0.6, Santos-Oliveira [10] estudia a otra oruga comestible de Angola y reporta 3.70 para *Usta terpsichore*, más elevado que los nuestros y es semejante con el de la termita *Macrotermes falciger* (0.13), Kodondi [12] también obtuvo valores similares en las tres orugas de Zaire, ellos fueron 0.20 para *Imbrasia epimethea*, 0.30 para *I. truncata* y 0.20 para *Nudaurelia oyemensis*.

En el caso de la riboflavina (mg / 100 g) en donde el rango obtenido es de 0.09 a 2.56, encontramos que el valor de Fladung [23] en *Caenis kungu* (3.44) es más elevado, que los reportados por Santos-Oliveira [10] para la oruga *Usta terpsichore* (1.90) y para la termita *Macrotermes falciger* (1.14) se encuentran dentro de los valores obtenidos por nosotros. Kodondi [12] muestra valores más elevados que los nuestros, en las orugas *I. epimethea* (4.0), *I. truncata* (5.1) y *Nudaurelia oyemensis* (3.2).

Nuestros valores en niacina (mg / 100 g) fueron de 0.25 a 11.07 que de nuevo comparados con los de *Caenis kungu* 18.30 [23] éste es superior a los nuestros. Sin embargo, al compararlos

**Tabla 1.** Fuentes, funciones y deficiencias de las vitaminas estudiadas: A, C, D, B1 tiamina, B2 riboflavina, y B3 niacina\*.

|                         | Fuentes   | Deficiencias   | Funciones  |
|-------------------------|---|--|--|
| Vitaminas liposolubles  |   |  |  |
| Vitamina A              | Leche y derivados, huevo, hígado, aceite de hígado de bacalao, verduras de hojas amarillas y verde oscuro, frutas.  | Ceguera nocturna, queratinización y ulceraciones, en córnea resequedad de la piel y de las mucosas, susceptibilidad a las infecciones, mal crecimiento, malformación y conservación de tejidos epiteliales, procesos inmunológicos y de reproducción, falta de apetito.  | Mejora la visión en la obscuridad, mantiene tersa y sana la piel, esencial en el crecimiento de células nuevas, originando tejidos normales, mantiene estructura celular saludable, y el desarrollo adecuado de huesos y dientes. Brinda protección contra infecciones de boca, nariz, garganta, pulmones, tracto digestivo y vías urinarias, además participa en la promoción de la fertilidad.   |
| Vitamina D              | Pescado, huevo, leche, margarina, mantequilla, crema, hígado y aceite de hígado de bacalao.   | Raquitismo y reblandecimiento de los huesos (osteomalacia), osteoporosis.  | Favorece la absorción del calcio y del fósforo. Regula el equilibrio del Ca / P y la formación, crecimiento y fortificación de huesos y dientes.   |
| Vitaminas hidrosolubles |   |  |  |
| Vitamina C              | Nabos, pimientos verdes, brócoli, cítricos, fresas, papaya, jitomate, verduras y frutas.  | Hemorragias y mala cicatrización, las cicatrices se rompen y da lugar a infecciones, origina el escorbuto, alteraciones neuróticas (depresión, histeria, hipocondrias), disminuye estrés, hiperqueratosis folicular, tumefacción e inflamación gingival, afloja dientes, resequedad boca y ojos, pérdida de pelo, piel seca. | Interviene en la formación, crecimiento y formación y mantenimiento de huesos, dientes, encías, conserva la substancia cementante intercelular, preserva la actividad capilar, disminuye reacciones alérgicas, repara tejidos al sanar heridas y en la cicatrización fracturas, ligamentos, hemorragias. Evita el catarro, participa en la actividad enzimática de diversos órganos, en la elaboración de neurotransmisores (serotonina y noradrenalina) y de hormonas suprarrenales e influye incrementa la respuesta inmune, la absorción Fe, la síntesis de colágeno, actúa como una coenzima o cofactor. |
| B1 Tiamina              | Huevo, hígado, levadura, pescado, carne de puerco, órganos internos de diferentes animales, germen de trigo, granos y cereales y diversas legumbres.            | Alteraciones en los nervios, produce beriberi, pérdida del apetito, provoca edemas, náuseas, vómito, problemas del corazón, y contracciones espasmódicas de todo el cuerpo.  | Evita enfermedades nerviosas por tensión, es decir, conserva la salud del sistema nervioso y de los músculos, interviene en la digestión, el crecimiento, la fertilidad y la lactancia normales, metaboliza y utiliza a los carbohidratos, participa en la actividad enzimática, y regula la función cardíaca, apetito normal y buena digestión.   |
| B2 Riboflavina          | Hígado, levadura, leche, y derivados, yogurth, huevo, panes integrales, y carnes magras, queso ceddrar y cottage, cereales leguminosas, vegetales hojas verdes. | Alteraciones en la piel, en los labios (ulcerados y partidos) y en la lengua. Disminución de la agudeza visual, dolor y ardor, comezón de los ojos, labios, boca y lengua.   | Mantiene más tersa la piel, da brillo al cabello. Ayuda al cuerpo a obtener la energía de los carbohidratos, grasas y de las proteínas, interviene en diversas actividades enzimáticas, en la respiración tisular, participa en la producción de hormonas de las glándulas suprarrenales.  |
| B3 Niacina              | Carnes magras, leche, huevo, hígado, pescado, y cereales integrales, levadura de cerveza, cacahuete, mantequilla, leguminosas.                                  | Problemas en la piel, pelagra, diarrea, gingivitis y estomatitis, demencia, debilidad muscular, anorexia, indigestión, dermatitis, confusión, desorientación, neuritis.  | Mantiene la piel sana, y en condiciones saludables a todas las células, participa en la actividad enzimática, de carbohidratos y aminoácidos, en la producción de energía a partir de glucosa en la sangre, así como en la producción de grasas. Produce un correcto funcionamiento del sistema nervioso, un aparato digestivo sano, y para la elaboración de las hormonas sexuales.   |

\* Modificado de Mahan y Arlin 1995, Casanueva E. 1984, Pastoriza L. 1984.

con los obtenidos por Santos-Oliveira [10], 0.30 en *Usta terpsichore* y 4.59 en *Macrotermes falciger* y con los de Kodondi [12] en las orugas ahumadas, encontramos que *I. epimethea* (11), *I. truncata* (10.9) y *Nudaurelia oyemensis* (9.4) todos ellos se encuentran dentro del rango reportado en este trabajo.

La miel de abeja proporciona 1 a 6 mg de vitamina C, 0.0021 a 0.0091 mg de vitamina B1 y 0.035 a 0.145 mg de vitamina B2 [28]. Todos ellos menores a los nuestros.

Sobre las vitaminas C y D, a nuestro entender no existe ningún reporte sobre ellas en especies de insectos comestibles.

A continuación, se efectúa la comparación de las vitaminas que poseen los insectos comestibles estudiados por nosotros con algunos alimentos convencionales más ricos en estos micronutrientes (Tabla 5). Los datos presentados fueron obtenidos de las tablas de composición de alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán [2] marcados con (I), y con los reportados por Mahan y Arlin [18] marcados con (II).

**Vitamina A.** La zanahoria, el huevo blanco entero, la espinaca, el hígado de res, la pulpa de tamarindo y la alcachofa poseen mayor proporción que todos los insectos comestibles estudiados. La especie más rica en esta vitamina son las ninfas de *Periplaneta americana*, las que sin embargo, son más ricas en ella que la leche y la calabacita. El chayote tiene mayor cantidad que *Latebraria amphipyrioides*, *Liometopum apiculatum* y *Acheta domestica* (ninfas y adultos) comparado con lo reportado por Bourges [2]. Según lo reportado por Mahan y Arlin [18] *Periplaneta americana* posee menor cantidad que el hígado, el camote y la zanahoria; *Tenebrio molitor* tiene menor cantidad que la espinaca y la calabaza y *Latebraria amphipyrioides*, *Liometopum apiculatum* y *Acheta domestica* (ninfas y adultos) albergan menor cantidad que la leche, el brócoli y el huevo. Podemos decir que en general los insectos comestibles estudiados son pobres en esta vitamina y que en las tablas de los libros consultados, se reportan únicamente vegetales y frutas como fuentes de ella, a pesar de que algunos productos animales como el hígado, el huevo y la leche, aparecen cuando reportan los contenidos en éstas y podemos ver que la mayoría de estos alimentos supera a la mayoría de los insectos comestibles.

**Vitamina D.** Para el caso de esta vitamina, no es posible hacer una comparación con los datos del Instituto Nacional de la Nutrición ya que no lo reportan, ni en la obra de Leung [22], pero comparándolo con lo reportado por Mahan y Arlin [18]

podemos observar que las ninfas de *A. domestica* poseen casi la misma cantidad que el arenque fresco y mayor cantidad que el salmón y la leche fortificada, *Periplaneta americana* tiene mayor contenido que las sardinas, y los chapulines (*Sphenarium* sp) tienen valores más altos de esta vitamina que el camarón de lata, el huevo y el hígado de pollo.

**Vitamina C.** La guayaba, la papaya, las fresas y el nabo, superan a todos los valores encontrados en los insectos *Latebraria amphipyrioides* y *Tenebrio molitor* (adultos) poseen un mayor cantidad que la naranja y la col, *Liometopum apiculatum*, *Tenebrio molitor* (larvas), *Acheta domestica* (ninfas y adultos) y *Periplaneta americana* (ninfas y adultos) tienen una mayor cantidad que el jitomate, comparados con lo reportado por Bourges [2]. Con respecto a los datos de Mahan y Arlin [18] el pimiento crudo, el kiwi, el jugo de naranja, la fresa, el jugo de tomate, el brócoli y los pimientos dulces, superan en contenido a los insectos comestibles. Las larvas de *L. amphipyrioides* tienen prácticamente lo mismo que la papaya, los adultos de *T. molitor* y los escamoles de *L. apiculatum* poseen más que la naranja, la sandía, y la toronja, las ninfas de *Acheta domestica* y las ninfas y adultos de *Periplaneta americana* tienen valores más elevados que el melón.

**Tiamina.** La comparación con lo reportado por Bourges [2] indica que las larvas de *L. amphipyrioides* poseen la mayor cantidad de ella y que el “Axayácatl” y los adultos de *Sphenarium magnum* albergan una mayor cantidad que la soya, los reproductores de *Atta cephalotes*, los adultos de *Sphenarium* sp poseen mayor cantidad que el germen de trigo, las larvas y pupas de *Polybia occidentalis bohemani* y de *Polybia parvulina*, el “Ahuahutle” y los adultos del jumil *Euschistus taxcoensis* poseen una mayor proporción que los chícharos, el pan integral y el frijol. Comparado con los valores dados por Mahan y Arlin [18] vemos que el valor de *Latebraria amphipyrioides* es superior a la levadura de cerveza, el “Axayácatl” posee más que la semilla de girasol, los adultos de *Sphenarium magnum* tienen un valor mayor que el de la carne de puerco. Los reproductores de *Atta cephalotes* albergan más cantidad que el jamón magro, los adultos de *Sphenarium* sp más que el germen de trigo. Las larvas y pupas de *Polybia occidentalis bohemani* y de *P. parvulina* casi igual que el arroz. El “Ahuahutle” y los adultos del jumil más que la leche de soya, la pasta cocida y el huevo.

**Tabla 2.** Nombres de las vitaminas estudiadas.

|   |   |
|---|---|
| <b>Vitamina A:</b> Beta caroteno, retinol, palmitato de retinol.  | <b>Vitamina C:</b> ácido ascórbico, ascorbato de calcio, ascorbato de sodio.                |
| <b>Vitamina D:</b> Alfacalcidol, calcefediol, calciferol, calcitriol, colecalciferol, ergocalciferol, D2, D3. | <b>B1 Tiamina:</b> hidrocloreuro de tiamina, mononitrato de tiamina.                        |
| <b>B2. Riboflavina:</b> vitamina G.   | <b>B3 Niacina:</b> Niacinamida, nicotinamida, ácido nicotínico, tartrato nicotinil alcohol. |

**Tabla 3.** Relación taxonómica de los insectos analizados.

| Orden       | Familia             | Género                | Especie                                   | Nombre común                                | Lugar de colecta                                     |   |
|-------------|---------------------|-----------------------|---|---|--|---|
| Odonata     | Aeschnidae          | <i>Anax</i>           | sp  | Padrecitos                                  | Toluca, Edo. de México                               |   |
| Orthoptera  | Acrididae           | <i>Sphenarium</i>     | <i>purpurascens</i>                       | Chapulines                                  | Oaxaca, Oaxaca                                       |   |
|             | Acrididae           | <i>Sphenarium</i>     | <i>magnum</i>                             | Chapulines                                  | Valles Centrales, Oaxaca                             |   |
|             | Acrididae           | <i>Sphenarium</i>     | sp  | Chapulines                                  | Córdoba, Veracruz                                    |   |
| Hemíptera   | Blattidae           | <i>Periplaneta</i>    | <i>americana</i>                          | Cucarachas                                  | Cultivo, UNAM  |   |
|             | Gryllidae           | <i>Acheta</i>         | <i>domestica</i>                          | Grillos.                                    | Cultivo, UNAM  |   |
|             | Pentatomidae        | <i>Euschistus</i>     | <i>strennus</i>                           | Jumiles                                     | Cuatla, Morelos                                      |   |
|             | Pentatomidae        | <i>Euschistus</i>     | <i>egglestoni</i>                         | Jumiles                                     | Tepeaca, Puebla                                      |   |
|             | Pentatomidae        | <i>Euschistus</i>     | <i>taxcoensis</i>                         | Jumiles                                     | Iguala, Gro.   |   |
|             | Corixidae           | <i>Corisella</i>      | spp                                       | Ahuahutle*, Axayácatl**                     | Texcoco, México                                      |   |
|             | Corixidae           | <i>Krizousacorixa</i> | spp                                       | Ahuahutle*, Axayácatl**                     | Texcoco, México                                      |   |
|             | Notonectidae        | <i>Notonecta</i>      | <i>unifasciata</i>                        | Ahuahutle*, Axayácatl**                     | Texcoco, México                                      |   |
| Coleóptera  | Coreidae            | <i>Thasus</i>         | <i>gigas</i>                              | Chamoos                                     | Actopan, Hidalgo                                     |   |
|             | Tenebrionidae       | <i>Tenebrio</i>       | <i>molitor</i>                            | Gusano amarillo                             | Cultivo, UNAM  |   |
|             | Cerambycidae        | <i>Aplagiognathus</i> | <i>spinosus</i>                           | Gusano del elite                            | Bethel, Chiapas                                      |   |
|             | Curculionidae       | <i>Scyphophorus</i>   | <i>acupunctatus</i>                       | Picudo del maguey                           | Tetla, Tlaxcala                                      |   |
| Lepidóptera | Noctuidae           | <i>Latebraria</i>     | <i>amphyryioides</i>                      | Gusano cuetla                               | Izúcar de Matámoros, Puebla, Selva Lacandona Chiapas |   |
|             | Hepialidae          | <i>Phasus</i>         | <i>triangularis</i>                       | Gusanillo                                   | Cd. Mendoza, Veracruz                                |   |
|             | Noctuidae           | <i>Spodoptera</i>     | <i>exigua</i>                             | Gusano elotero                              | Milpa Alta D.F.                                      |   |
|             | Pyalidae            | <i>Laniifera</i>      | <i>cyclades</i>                           | Gusano del nopal                            | San Juan Teotihuacan Edo. Méx.                       |   |
|             | Cossidae            | <i>Xyleutes</i>       | <i>redtembacheri</i>                      | Gusano rojo de maguey                       | Apizaco, Tlaxcala                                    |   |
|             | Díptera             | Megathymidae          | <i>Aegiale</i><br>( <i>Acentrocneme</i> ) | <i>hesperiaris</i>                          | Gusano blanco de maguey                              | San Pablo del Monte, Tlaxcala                   |
|             |                     | Stratiomyidae         | <i>Copestylum</i>                         | <i>anna</i>                                 | Gusanos planos de maguey                             | Ciudad Serdán, Puebla,                          |
|             |                     |                       | <i>Copestylum</i>                         | <i>haggi</i>                                |  | Ixmiquilpan Hidalgo, San Bartolo Morelos México |
|             | Hymenóptera         | Formicidae            | <i>Liometopum</i>                         | <i>apiculatum</i>                           | Escamol  | Santa María Amajac, Hidalgo                     |
|             |                     | Formicidae            | <i>Liometopum</i>                         | <i>occidentale</i><br>var. <i>luctuosum</i> | Escamol  | Jungapeo, Michoacán                             |
| Formicidae  |                     | <i>Atta</i>           | <i>mexicana</i>                           | Hormigas arrieras                           | San Cristóbal de las Casas, Chiapas                  |   |
| Formicidae  |                     | <i>Atta</i>           | <i>cephalotes</i>                         | Hormigas arrieras                           | Chiapa de Corzo, Chiapas                             |   |
| Vespidae    |                     | <i>Vespula</i>        | <i>squamosa</i>                           | Avispa de tierra                            | Xamage, Hidalgo                                      |   |
| Vespidae    |                     | <i>Polybia</i>        | <i>occidentalis</i>                       | Avispa de panal grande                      | Huasca, Hidalgo                                      |   |
| Vespidae    |                     | <i>Polybia</i>        | <i>bohemani</i><br><i>parvulina</i>       | Avispa campanera                            | Tonalá, Chiapas                                      |   |
| Vespidae    | <i>Brachygastra</i> | <i>mellifica</i>      | Avispa castilla                           | Pomuch, Campeche                            |  |   |

Ahuahutle\* Complejo de huevecillos de hemípteros acuáticos formado por las especies *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria*, *C. edulis* y *Notonecta unifasciata*.

Axayácatl\*\* Complejo de adultos de hemípteros acuáticos formado por las especies: *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria*, *C. edulis* y *Notonecta unifasciata*.

**Riboflavina.** Las larvas de *Copestylum anna* y *Copestylum haggi*, los adultos de *Sphenarium magnum* y los reproductores de *Atta cephalotes* tienen una mayor cantidad que el queso añejo y que los huevecillos del “Ahuahutle”; y los adultos del “Axayácatl”, los adultos de *Sphenarium purpurascens*, los reproductores de *Atta mexicana*, las larvas de *Phasus triangularis* y de *Xyleutes redtembacheri*, los adultos de *Euschistus stre-*

*nus* y el “escamol” de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* poseen una mayor cantidad que el pan integral, el hígado, la leche y el huevo, comparados con lo reportado por Bourges [2].

En el caso de los datos reportados por Mahan y Arlin [18] observamos que el hígado supera a todos los insectos y que las larvas de *Copestylum anna* y *C. haggi*, los adultos de *Sphenarium magnum*, los reproductores de *Atta cephalotes*, los

**Tabla 4.** Contenido de vitaminas A, C, D, tiamina, riboflavina y niacina de algunos insectos comestibles de México.

| Especies                                       | Estado de desarrollo         | A (U.I. / 100 g) | C (mg / 100 g) | D (U.I. / 100 g) | Tiamina (mg / 100 g) | Riboflavina (mg / 100 g) | Niacina (mg / 100 g) |
|--|------------------------------|------------------|----------------|------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| <i>Anax</i> sp                                 | Ninfas                       |                  |                |                  | 0.05                 | 0.09                     | 1.29                 |
| <i>Sphenarium</i> sp                           | Adultos                      |                  |                | 164.91           | 0.50                 | 0.66                     | 5.04                 |
| <i>Sphenarium purpurascens</i>                 | Adultos                      |                  |                |                  | 0.27                 | 0.59                     | 1.56                 |
| <i>Sphenarium magnum</i>                       | Adultos                      |                  |                |                  | 0.83                 | 1.28                     | 3.97                 |
| <i>Acheta domestica</i>                        | Ninfas                       | 0.77             | 25.47          | 852.66           |                      |                          |                      |
| <i>Acheta domestica</i>                        | Adultos                      | 0.33             | 23.92          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Periplaneta americana</i>                   | Ninfas                       | 29.06            | 23.84          | 387.18           |                      |                          |                      |
| <i>Periplaneta americana</i>                   | Adultos                      | 160.52           | 23.84          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Euschistus strennus</i>                     | Adultos                      |                  |                |                  | 0.18                 | 0.42                     | 0.75                 |
| <i>Euschistus egglestoni</i>                   | Adultos                      |                  |                |                  | 0.15                 | 0.28                     | 0.71                 |
| <i>Euschistus taxcoensis</i>                   | Adultos                      |                  |                |                  | 0.41                 | 0.18                     | 2.64                 |
| <i>Thasus gigas</i>                            | Ninfas                       |                  |                |                  | 0.31                 | 0.50                     | 2.26                 |
| “Axayácatl” *                                  | Adultos                      |                  |                |                  | 1.01                 | 0.76                     | 4.14                 |
| “Ahuahutle” **                                 | Huevecillos                  |                  |                |                  | 0.41                 | 0.81                     | 2.64                 |
| <i>Tenebrio molitor</i>                        | Larvas                       |                  | 36.10          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Tenebrio molitor</i>                        | Adultos                      | 75.36            | 45.73          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Tenebrio molitor</i>                        | Pupas                        |                  | 15.44          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Aplagiognathus spinosus</i>                 | Larvas                       |                  | 23.43          |                  | 0.08                 | 0.18                     | 0.42                 |
| <i>Scyphophorus acupunctatus</i>               | Larvas                       |                  |                |                  | 0.20                 | 0.25                     | 1.38                 |
| <i>Latebraria amphypirioides</i>               | Larvas                       | 3.20             | 46.33          |                  |                      |                          |                      |
| <i>Laniifera cyclades</i>                      | Larvas                       |                  | 9.88           |                  |                      |                          |                      |
| <i>Aegiale (Acentrocne) hesperiaris</i>        | Larvas                       |                  | 8.60           |                  |                      |                          |                      |
| <i>Xyleutes redtembacheri</i>                  | Larvas                       |                  | 17.58          |                  | 0.31                 | 0.46                     | 1.83                 |
| <i>Phasus triangularis</i>                     | Larvas                       |                  |                |                  | 0.24                 | 0.47                     | 2.92                 |
| <i>Spodoptera exigua</i>                       | Larvas                       |                  |                |                  | 0.09                 | 0.17                     | 0.65                 |
| <i>Copestylum anna</i> ,<br><i>C. haggi</i>    | Larvas                       |                  |                |                  | 1.47                 | 2.56                     | 11.07                |
| <i>Liometopum apiculatum</i>                   | Larvas, pupas, reproductores | 2.93             | 36.14          |                  | 0.15                 | 0.34                     | 0.67                 |
| <i>L. occidentale</i> var.<br><i>luctuosum</i> | Larvas, pupas, reproductores |                  |                |                  | 0.14                 | 0.29                     | 2.06                 |
| <i>Atta mexicana</i>                           | Reproductores                |                  |                |                  | 0.19                 | 0.53                     | 3.09                 |
| <i>Atta cephalotes</i>                         | Reproductores                |                  |                |                  | 0.61                 | 1.01                     | 1.26                 |
| <i>Polybia occidentalis bohemani</i>           | Larvas y pupas               |                  |                |                  | 0.45                 | 0.38                     | 1.08                 |
| <i>Polybia parvulina</i>                       | Larvas y pupas               |                  |                |                  | 0.44                 | 0.39                     | 2.47                 |
| <i>Vespula squamosa</i>                        | Larvas y pupas               |                  |                |                  | 0.18                 | 0.34                     | 6.25                 |
| <i>Brachygastra mellifica</i>                  | Larvas y pupas               |                  |                |                  | 0.11                 | 0.17                     | 0.25                 |

\* Axayácatl. Complejo de Adultos de hemípteros acuáticos formado por las especies: *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria*, *C. edulis* y *Notonecta unifasciata*.

\*\* Ahuahutle. Complejo de huevecillos de hemípteros acuáticos formado por las especies: *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria*, *C. edulis* y *Notonecta unifasciata*.

huevecillos del “Ahuahutle”, los adultos del “Axayácatl” y los adultos de *Sphenarium purpurascens* tienen más cantidad de esta vitamina que la leche. Los reproductores de *Atta mexicana* y las larvas de *Phasus triangularis* y de *Xyleutes redtembacheri* y los adultos de *Euschistus strennus*, poseen más cantidad que el yoghurt y la levadura de cerveza, y, los “escamoles” de *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* albergan la misma cantidad que la levadura de cerveza y mayor propor-

ción que el huevo, la carne de cerdo, el queso feta, las hamburguesas, las espinacas, la trucha y el pollo.

**Niacina.** Las larvas de *Copestylum anna* y *Copestylum haggi* tienen una mayor cantidad que el hígado y las larvas y pupas de *Vespula squamosa*, los adultos de *Sphenarium* sp, los adultos del “Axayácatl” y los adultos de *Sphenarium magnum*, son más ricos que el pan integral. Los reproductores de *Atta mexi-*

**Tabla 5.** Comparación del contenido de vitaminas de algunos de los insectos comestibles estudiados, con las de algunos alimentos convencionales.

| Vitaminas liposolubles                   |         |  |        |
|--|---------|--|--------|
| Vitamina A (U.I. / 100 g)                | (I)     | Vitamina A (U.I. / 100 g)                | (II)   |
| Zanahoria                                | 3752.91 | Hígado                                   | 901.10 |
| Huevo blanco entero                      | 2085.98 | Camote                                   | 248.80 |
| Espinaca                                 | 1248.75 | Zanahoria                                | 202.50 |
| Hígado de res                            | 481.00  | <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)    | 160.52 |
| Pulpa de tamarindo                       | 262.37  | Espinaca                                 | 87.50  |
| Alcachofa                                | 259.74  | Calabaza                                 | 85.70  |
| <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)    | 160.52  | <i>Tenebrio molitor</i> (adultos)        | 75.36  |
| Leche de vaca                            | 92.00   | Melón                                    | 51.60  |
| Calabacita                               | 86.58   | <i>Periplaneta americana</i> (adultos)   | 29.06  |
| <i>Tenebrio molitor</i> (adultos)        | 75.36   | Leche                                    | 14.00  |
| <i>Periplaneta americana</i> (adultos)   | 29.60   | Brócoli                                  | 11.00  |
| Chayote                                  | 9.99    | Huevo                                    | 9.70   |
| <i>Latebraria amphipyrioides</i>         | 3.20    | <i>Latebraria amphipyrioides</i>         | 3.20   |
| <i>Liometopum apiculatum</i>             | 2.93    | <i>Liometopum apiculatum</i>             | 2.93   |
| <i>Acheta domestica</i> (ninfas)         | 0.77    | <i>Acheta domestica</i> (ninfas)         | 0.77   |
| <i>Acheta domestica</i> (adultos)        | 0.33    | <i>Acheta domestica</i> (adultos)        | 0.33   |
| Vitamina D (UI / 100 g)                  | (I)     | Vitamina D (UI / 100 g)                  | (II)   |
| <i>Acheta domestica</i> (ninfas)         | 852.66  | <i>Acheta domestica</i> (ninfas)         | 852.66 |
| <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)    | 387.18  | Arenque fresco                           | 850.00 |
| <i>Sphenarium</i> sp (adultos)           | 164.91  | Salmón                                   | 473.30 |
| No hay datos reportados                  |         | Leche de vaca fortificada                | 444.00 |
|  |         | <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)    | 387.18 |
|  |         | Sardinas                                 | 283.00 |
|  |         | <i>Sphenarium</i> sp (adultos)           | 164.91 |
|  |         | Camarón de lata                          | 100.00 |
|  |         | Huevo                                    | 55.55  |
|  |         | Hígado de pollo                          | 50.00  |
| Vitaminas hidrosolubles                  |         |  |        |
| Tiamina (mg / 100 g)                     | (I)     | Tiamina (mg / 100 g)                     | (II)   |
| <i>Latebraria amphipyrioides</i>         | 1.47    | <i>Latebraria amphipyrioides</i>         | 1.47   |
| “Axayácatl”*                             | 1.01    | Levadura de cerveza                      | 1.25   |
| <i>Sphenarium magnum</i> (adultos)       | 0.83    | “Axayácatl”*                             | 1.01   |
| Soya                                     | 0.70    | Semilla de girasol                       | 0.83   |
| <i>Atta cephalotes</i> (reproductores)   | 0.61    | <i>Sphenarium magnum</i>                 | 0.83   |
| <i>Sphenarium</i> sp                     | 0.50    | Carne de puerco                          | 0.75   |
| Germen de trigo                          | 0.47    | <i>Atta cephalotes</i>                   | 0.61   |
| <i>Polybia occidentalis bohemani</i>     | 0.45    | Jamón magro                              | 0.58   |
| <i>Polybia parvulina</i>                 | 0.44    | <i>Sphenarium</i> sp                     | 0.50   |
| “Ahuahutle”**                            | 0.41    | Germen de trigo                          | 0.47   |
| <i>Euschistus taxcoensis</i>             | 0.41    | <i>Polybia occidentalis bohemani</i>     | 0.45   |
| Chícharos                                | 0.32    | Arroz                                    | 0.44   |
| Pan integral                             | 0.31    | <i>Polybia parvulina</i>                 | 0.44   |
| Frijol                                   | 0.07    | “Ahuahutle” **                           | 0.41   |
|  |         | <i>Euschistus taxcoensis</i>             | 0.41   |
|  |         | Leche de soya                            | 0.40   |
|  |         | Pasta cocida                             | 0.30   |
|  |         | Huevo                                    | 0.03   |
| Riboflavina (mg / 100 g)                 | (I)     | Riboflavina (mg / 100 g)                 | (II)   |
| <i>Copestylum anna</i> , <i>C. haggi</i> | 2.56    | Hígado                                   | 3.52   |
| <i>Sphenarium magnum</i>                 | 1.28    | <i>Copestylum anna</i> , <i>C. haggi</i> | 2.56   |
| <i>Atta cephalotes</i>                   | 1.01    | <i>Sphenarium magnum</i>                 | 1.28   |
| Queso añejo                              | 0.81    | <i>Atta cephalotes</i>                   | 1.01   |
| “Ahuahutle” **                           | 0.81    | “Ahuahutle” **                           | 0.81   |
| “Axayácatl” *                            | 0.76    | “Axayácatl” *                            | 0.76   |

**Tabla 5.** Comparación del contenido de vitaminas de algunos de los insectos comestibles estudiados, con las de algunos alimentos convencionales (*Continúa*).

| Vitaminas hidrosolubles                             |        |   |        |
|---|--------|---|--------|
| Riboflavina (mg / 100 g)                            | (I)    | Riboflavina (mg / 100 g)                            | (II)   |
| <i>Sphenarium purpurascens</i>                      | 0.59   | <i>Sphenarium purpurascens</i>                      | 0.59   |
| <i>Atta mexicana</i>                                | 0.53   | Leche   | 0.54   |
| <i>Phasus triangularis</i>                          | 0.47   | <i>Atta mexicana</i>                                | 0.53   |
| <i>Xyleutes redtembacheri</i>                       | 0.46   | <i>Phasus triangularis</i>                          | 0.47   |
| <i>Euschistus strennus</i>                          | 0.42   | <i>Xyleutes redtembacheri</i>                       | 0.46   |
| <i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> | 0.34   | <i>Euschistus strennus</i>                          | 0.42   |
| Pan integral  | 0.30   | Yoghurt   | 0.40   |
| Hígado de res                                       | 0.23   | Levadura  | 0.34   |
| Leche de vaca                                       | 0.10   | <i>Liometopum occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> | 0.34   |
| Huevo de gallina                                    | 0.06   | Huevo   | 0.26   |
|   |        | Cerdo   | 0.24   |
|   |        | Queso feta  | 0.23   |
|   |        | Hamburguesa   | 0.22   |
|   |        | Espinaca  | 0.22   |
|   |        | Trucha  | 0.19   |
|   |        | Pollo   | 0.19   |
| Niacina (mg / 100 g)                                | (I)    | Niacina (mg / 1000 Kcal)                            | (II)   |
| <i>Copestylum anna</i> , <i>C. haggi</i>            | 11.07  | Carne   | 24.70  |
| Hígado de res                                       | 8.74   | Maíz  | 5.00   |
| <i>Vespula squamosa</i>                             | 6.25   | Leche materna                                       | 2.50   |
| <i>Sphenarium</i> sp                                | 5.04   | Trigo   | 2.50   |
| “Axayácatl” *                                       | 4.14   | Leche vaca  | 1.20   |
| <i>Sphenarium magnum</i>                            | 3.97   | Tocino  | 1.20   |
| Pan integral  | 3.88   | Huevo   | 0.60   |
| <i>Atta mexicana</i>                                | 3.09   |   |        |
| “Ahuahutle” **                                      | 2.64   |   |        |
| <i>Euschistus taxcoensis</i>                        | 2.64   |   |        |
| <i>Polybia parvulina</i>                            | 2.47   |   |        |
| Pescado mero  | 2.44   |   |        |
| Chícharos   | 2.30   |   |        |
| <i>Thasus gigas</i>                                 | 2.26   |   |        |
| Ejotes  | 0.51   |   |        |
| Vitamina C (mg / 100 g)                             |        | Vitamina C (mg / 100 g)                             |        |
| Guayaba   | 216.95 | Pimiento crudo                                      | 109.00 |
| Papaya  | 64.80  | Kiwi  | 62.00  |
| Fresas  | 53.70  | Jugo de naranja                                     | 62.00  |
| Nabos   | 50.40  | Fresa   | 60.00  |
| <i>Latebraria amphipyrioides</i>                    | 46.33  | Jugo de tomate                                      | 57.00  |
| <i>Tenebrio molitor</i> (adultos)                   | 45.73  | Brócoli   | 56.40  |
| Naranja   | 42.92  | Pimientos dulces                                    | 48.00  |
| Col   | 39.10  | <i>Latebraria amphipyrioides</i>                    | 46.33  |
| <i>Liometopum apiculatum</i>                        | 36.14  | Papaya  | 46.00  |
| <i>Tenebrio molitor</i> (larvas)                    | 36.10  | <i>Tenebrio molitor</i> (adultos)                   | 45.73  |
| <i>Acheta domestica</i> (ninfas)                    | 25.47  | <i>Liometopum apiculatum</i>                        | 36.14  |
| <i>Acheta domestica</i> (adultos)                   | 23.92  | <i>Tenebrio molitor</i> (larvas)                    | 36.10  |
| <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)               | 23.84  | Naranja   | 35.00  |
| <i>Periplaneta americana</i> (adultos)              | 23.84  | Sandía  | 30.70  |
| Jitomates   | 15.40  | Toronja   | 27.30  |
|   |        | <i>Acheta domestica</i> (ninfas)                    | 25.47  |
|   |        | <i>Acheta domestica</i> (adultos)                   | 23.92  |
|   |        | <i>Periplaneta americana</i> (ninfas)               | 23.84  |
|   |        | <i>Periplaneta americana</i> (adultos)              | 23.84  |
|   |        | Melón   | 22.60  |

\*Axayácatl. Complejo de adultos de hemípteros acuáticos formado por las especies: *Krizousacorixa femorata*, *K. azteca*, *Corisella texcocana*, *C. mercenaria* y *Notonecta unifasciata*.

\*\*Ahuahutle. Complejo de huevecillos de estos hemípteros.

cana, los huevecillos del “Ahuahutle” y los adultos de *Euschistus taxcoensis* y las larvas y pupas de *Polybia parvulina* son mejores que el pescado mero, y *Thasus gigas* tiene un contenido superior que el de y los ejotes según lo reportado por Bourges [2].

Por los análisis anteriores, se puede ver que en general los insectos comestibles estudiados poseen mayor cantidad de vitaminas del grupo B, sobre todo de Riboflavina, en donde un mayor número de especies tienen valores superiores a los de los productos convencionales.

Como podemos observar hay variación entre los datos reportados. Los de Bourges [2] pertenecen a alimentos consumidos en México y los de Mahan y Arlin [18] corresponden al consumo de alimentos en Estados Unidos. Sin embargo, en ambos casos nos podemos percatar de los valores que los insectos comestibles tienen, superando o igualando a muchos de los alimentos convencionales que son de consumo muy generalizado y que también en algunos casos es menor que éstos.

Esto no es sorprendente, ya que los insectos comestibles ecológicamente son consumidores primarios y su procesamiento en general 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, gris) al rojo, que quizás sea más atractivo organolépticamente, y luego se secan.

Por otro lado, estas vitaminas son generalmente estables al calor, siendo sólo la tiamina susceptible de modificarse cuando el cocimiento es prolongado. La más inestable es la vitamina C, la cual es más fácil de oxidar y se destruye por exposición al aire o por el tipo de procesamiento o almacenamiento que se efectúe.

En el caso de los insectos estudiados, éstos no fueron expuestos a la luz, ya que inmediatamente después de la recolecta se pusieron en frascos dentro de una caja cerrada con hielo seco y luego secados en la estufa; posteriormente se almacenaron en frascos color ámbar y se guardaron en refrigeración antes de analizarse, por lo que consideramos el contenido vitamínico no fue alterado, lo que comprobamos al compararlo con los valores de las vitaminas del grupo B1 y B3, reportados por Kodondi [12] que son semejantes a los nuestros y ellos analizaron larvas secadas en cenizas y ahumadas. El resto de los autores no reportan la forma de preparación, y en el caso de las termitas si éstas eran obreras o reproductoras. Es necesario especificar el estado de desarrollo de los insectos que se analizan.

El consumo de estos insectos en el área rural de México generalmente es inmediato después de su captura, tomando la persona únicamente el tiempo que tarde en llegar a su casa y prepararlos, y cuando se almacenan, lo hacen en bolsas de diferentes tipos en el interior de la casa, lo que evita el contacto con la luz.

En virtud de los resultados y comparaciones anteriores, 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 [29] (calculado para un poco más de la mitad de nuestra población), donde 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 poseen contenidos notables de proteínas, niacina, riboflavina, calcio, fósforo, hierro y otros elementos nutritivos por lo que se han catalogado como alimentos valiosos”, lo cual se reitera en esta investigación.

Si comparamos los valores obtenidos por nosotros con los reportados para tiamina y riboflavina por Casanueva [20] y los reportados por Mahan y Arlin [18] en donde además incluyen a la niacina y a las vitaminas C y D (Tabla 6), sobre las recomendaciones del consumo de éstas por los seres humanos en diferentes etapas del desarrollo, nos podemos dar cuenta que para la tiamina, *Latebraria amphipyrioides* satisface prácticamente los requerimientos de todas las edades, el “Axayácatl”, los de los niños de 0 a 6 años y mujeres adultas, *Sphenarium magnum* los de niños de hasta 6 años, los reproductores de *Atta cephalotes* los de niños de hasta 3 años, y el resto de las especies cumplen los de los niños de hasta 11 meses. Al compararlos con los datos de Mahan y Arlin [18], encontramos igualmente que *Latebraria amphipyrioides* cubre prácticamente estos requerimientos en todas las edades, el “Axayácatl” los de los niños de hasta 10 años, *Sphenarium magnum* los de los niños de hasta 2 años y el resto de las especies de los niños de hasta 1 año.

En el caso de la riboflavina, observamos que *Copestylum anna* y *C. haggi* satisfacen los requerimientos de todas las edades, *Sphenarium magnum* los de niños hasta 10 años, *Atta cephalotes* los niños de hasta 6 años, el “Ahuahutle” hasta niños de 3 años, y el resto de las especies hasta niños de 1 año, en los datos reportados por ambos autores. En niacina, *Copestylum anna* y *C. haggi* cubren los requerimientos de niños de hasta 3 años y *Vespula squamosa* los de los niños de hasta 1 año. En vitamina C, *Latebraria amphipyrioides* y *Tenebrio molitor* (adultos) cumplen los requerimientos de niños de hasta 10 años y *Liometopum apiculatum* (“escamoles”) y larvas de *Tenebrio molitor* los de los niños de hasta 1 año. En vitamina A *Periplaneta americana* cubre los requerimientos de todas las edades, y los adultos de *Tenebrio molitor* los de los niños de hasta 10 años. En vitamina D, *Acheta domestica* (ninfas) satisface los requerimientos de todas las edades, y las ninfas de *Periplaneta americana* los de hombres y mujeres adultas, al comparar todas estas vitaminas con las cifras reportadas por Mahan y Arlin [18].

Al analizar lo anterior, se podría pensar que sólo muy pocas especies de insectos serían adecuadas para suplir los requerimientos vitamínicos del ser humano, pero hay que

**Tabla 6.** Recomendaciones para el consumo de algunas vitaminas.

| Edades              | Tiamina<br>(mg / kg)<br>(I) | Tiamina<br>(mg / día)<br>(II) | Tiamina<br>(mg / día)<br>(II) | Riboflavina<br>(mg / kg)<br>(I) | Riboflavina<br>(mg / día)<br>(II) | Niacina<br>(mg / día)<br>(II) | Vitamina C<br>(UI / 100)<br>(II) | Vitamina A<br>(mg / día)<br>(II) | Vitamina D<br>(UI / 100)<br>(II) |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Niños</b>        |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| 0-3 meses           | 0.06                        | 0.3                           | 0.3                           | 0.07                            | 0.4                               | 5.0                           | 30.0                             | 37.5                             | 300.0                            |
| 4-11 meses          | 0.05                        | 0.4                           | 0.4                           | 0.06                            | 0.5                               | 6.0                           | 35.0                             | 37.5                             | 400.0                            |
| 12-23 meses         | 0.6                         | 0.7                           | 0.7                           | 0.8                             | 0.8                               | 9.0                           | 40.0                             | 40.0                             | 400.0                            |
| 2-3 años            | 0.6                         | 0.9                           | 0.9                           | 0.8                             | 0.8                               | 9.0                           | 40.0                             | 50.0                             | 400.0                            |
| 4-6 años            | 0.8                         | 0.9                           | 0.9                           | 0.9                             | 1.1                               | 12.0                          | 45.0                             | 60.0                             | 400.0                            |
| 7-10 años           | 1.1                         | 1.0                           | 1.0                           | 1.3                             | 1.2                               | 13.0                          | 45.0                             | 70.0                             | 400.0                            |
| <b>Adolescentes</b> |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| <i>Masculino</i>    |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| 11-13 años          | 1.3                         | 1.3                           | 1.1                           | 1.6                             | 1.5                               | 17.0                          | 50.0                             | 100.0                            | 400.0                            |
| 14-18 años          | 1.5                         | 1.5                           | 1.1                           | 1.8                             | 1.8                               | 20.0                          | 60.0                             | 100.0                            | 400.0                            |
| <i>Femenino</i>     |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| 11-18 años          | 1.2                         | 1.1                           | 1.1                           | 1.4                             | 1.8                               | 15.0                          | 60.0                             | 80.0                             | 400.0                            |
| <b>Hombres</b>      |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| 18-34 años          | 1.4                         | 1.1                           | 1.1                           | 1.7                             | 1.7                               | 19.0                          | 60.0                             | 100.0                            | 400.0                            |
| 35-54 años          | 1.3                         | 1.1                           | 1.1                           | 1.5                             | 1.7                               | 19.0                          | 60.0                             | 100.0                            | 200.0                            |
| 55 y más años       | 1.1                         | 1.1                           | 1.2                           | 1.4                             | 1.4                               | 15.0                          | 60.0                             | 100.0                            | 200.0                            |
| <b>Mujeres</b>      |                             |                               |                               |                                 |                                   |                               |                                  |                                  |                                  |
| Embarazadas         | 1.2                         | 1.5                           | 1.5                           | 1.5                             | 1.6                               | 17.0                          | 70.0                             | 120.0                            | 400.0                            |
| Lactantes           | 1.5                         | 1.5                           | 1.5                           | 1.9                             | 1.8                               | 20.0                          | 95.0                             | 130.0                            | 400.0                            |

(I) Casanueva E. (1984), (II) Mahan y Arlin (1995).

recordar que la dieta está formada por diversos alimentos, cuyos nutrimentos se sinergizan y es su suma lo que da el aporte total, ya que como se mostró en la tabla 5, los insectos en muchos casos superan los valores de muchos de los alimentos convencionales. Sin embargo, hay que aclarar que este estudio es sólo una muestra del número que existe hasta la fecha reportado de insectos comestibles, en México (512) [30] y en el mundo (1613 especies) [6].

Como ya se ha aseverado, los insectos comestibles analizados son empleados como alimento de una manera cotidiana, en diversas regiones de México y del mundo, éstos no solamente son abundantes, aceptables y nutritivos, sino que también son excelentes fuentes de ciertos nutrimentos indispensables, como son las vitaminas reportadas, además de su riqueza proteínica [14], contribuyendo de manera significativa en la dieta rural. Alguna de las especies estudiadas se almacenan y comercializan, tal es el caso de la cuecla, las chicatanas, los “escamoles”, los chapulines, los jumiles, el “Ahuahutle”, el “Axayácatl”, los chamues, los gusanos blanco y rojo del maguey y algunas veces los panales de avispas.

La esencialidad de estos micronutrimentos para el buen funcionamiento del organismo ya ha sido demostrada, y en este trabajo se señaló la importancia de los insectos comestibles y su comparación con otras fuentes vitamínicas. Ciertos insectos comestibles estudiados pueden considerarse como fuentes apropiadas de algunas vitaminas.

## Agradecimientos

Este proyecto fue subsidiado por la DGAPA-UNAM clave IN501997, a la cual agradecemos su apoyo.

## Referencias

- Ramírez, H. J. Revista de Comercio Exterior (Banco de Comercio Exterior) **1973**, 675-690.
- a) Bourges, R. H. Panorama de la alimentación y la nutrición. *Seminario sobre Alimentación en México*. Instituto de Geografía de la UNAM. **1984**, p. 27-48. b) Bourges, R. H.; Morales de L., J.; Camacho, M. E.; Escobedo O., G. *Tablas de Composición de Alimentos INNSZ 1996*, p. 248.
- Ramos-Elorduy, J. *Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro*. 2a. Ed. Limusa, 1982. México, D. F. 149 p.
- Malaisse, F. *Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle*. Les presses agronomiques de Glemboux 1997. p. 348.
- Ramos-Elorduy, J. III International Congress of Ethnobiology. México, D.F. Book of Abstracts **1992**, p. 143.
- Ramos-Elorduy, J.; Conconi, M. IV International Congress of Ethnobiology. Lucknow, India. Book of Abstracts **1994**, p. 311.
- Ramos-Elorduy, J. *J. Ecol. of Food and Nut.* **1997**, 36, 247-276.
- Ramos-Elorduy, J. Insects in the Diet of the Tropical Forest People in Mexico. In: *Food and Nutrition in the Tropical Forest. Biocultural Interactions and Application to Development*. UNESCO, Paris, **1993**, pp. 205-212.
- Ramos-Elorduy, J. *J. Ecol. of Food and Nut.* **1997**, 36, 349-366.
- Santos-Oliveira, J.F. *J. Ecol. Food and Nut.* **1976**, 5, 91-92.

11. Ramos-Elorduy, J.; Pino M., J. M.; Bourges, H. *Fol. Ent. Mex.* **1982**, 53, 111-118.
12. Kodondi, K. K., Keclereq M., Gaudin-Harding. *Int. J. Vitam. Nutr.* **1987**, 57, 333-334.
13. DeFoliart, G.R. *Bull. Entomol. Soc. Am.*, **1989**, 35, 22-35.
14. Ramos-Elorduy, J.; Pino M., J. M.; Márquez M., C.; Rincón, F.; Alvarado, M.; Escamilla, E.; Bourges, H. *J. Ethnobiol.* **1984**, 4, 61-72.
15. Ladrón de G., O.; Padilla, P.; García, L.; Pino, M., J. M.; Ramos-Elorduy, J. *Amino Acids* **1995**, 9, 161-173.
16. Ramos-Elorduy, J.; Pino M., J. M.; González M., O. *Fol. Ent. Mex.* **1981**, 49, 141-154.
17. Ramos-Elorduy, J.; Pino M., J. M.; Cuevas C., S. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx., Ser. Zool.* **1998**, 69, 65-104.
18. Mahan, L. K.; Arlin, M. T. *Nutrición y Dietoterapia*. Editorial Interamericana McGraw-Hill, 8a. Ed. México, D. F. **1995**.
19. Kindersley, D. *Guide to Medicines and Drugs*, Limited, London **1991**, 519 p.
20. Casanueva E. 1984. Deficiencia de Vitamina A. *Cuadernos de Nutrición* **1984**, 7, 3-7.
21. Pastoriza, L. Uso y abuso de las vitaminas. *Cuadernos de Nutrición* **1984**, 7, 10-16.
22. Leung, W.W.T. *Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina*, Ed. Interamericana. México 2ª Ed. **1975**, 150 p.
23. Fladung, E.B. *Maryland Acad. Sci. Bull.* **1924**, 24, 5-8.
24. Paulian, R. *Bull. Inst. Rech. Sci. Congo* **1963**, 2, 5-6.
25. Pennino, M.; Dierenfel, E. S.; Behler, J. L. *Int. Zoo. Yb.* **1995**, 30, 143-149.
26. Hortwitz, W. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington U.S.A., **1975**, 12ª Ed. 1094 p.
27. Brush, H. *FASEB J.* **1990**, 4, 2969-2977.
28. Sintés, P.J. *Virtudes Curativas de la Miel y el Polen*, Ed. Sintés S.A. Barcelona, España, **1987**, 3ª Ed. 208 p.
29. Zubirán, S. A.; Chávez, G.; Bonfil, G.; Aguirre B.; Cravioto, J.; de la Vega J. *La desnutrición del mexicano*, Ed. Fondo de Cultura Económica México 1ª Ed. **1974**, 62 p.
30. Ramos-Elorduy, J.; Pino, J. M. Checklist de los insectos comestibles de México, **2001**, (en preparación).