
ANÁLISIS QUÍMICO Y NUTRICIONAL DE TRES INSECTOS COMESTIBLES DE INTERÉS COMERCIAL EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN TEOTIHUACÁN Y EN OTUMBA, EN EL ESTADO DE MÉXICO

Beverly Ramos Rostro, Baciliza Quintero Salazar, Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino Moreno, Sergio C.Ángeles Campos, Águeda García Pérez y V. Daniela Barrera García

RESUMEN

Diversos países del mundo se han caracterizado por el consumo de una gran variedad de alimentos y México no es la excepción, ya que la diversidad ecológica y étnica con que cuenta ha propiciado la utilización de gran número de ingredientes vegetales y animales que caracterizan a la cocina tradicional y contemporánea. Prueba de lo anterior es el consumo de insectos, práctica conocida como antropofagia (o consumo de insectos por el hombre). El objetivo de esta investigación fue caracterizar tres insectos comestibles de importancia comercial de la Zona Arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y el municipio de Otumba, Estado de México. Mediante métodos oficiales se determinó la composición química proximal, energía y minerales, así como la clasificación taxonómica del gusano

blanco (*Aegiale hesperiaris* W.), gusano rojo (*Comadia redtembacheri* H.) y escamol (*Liometopum apiculatum* M.), y posteriormente los resultados obtenidos se compararon con datos reportados para estos insectos en otras zonas. Se encontró que el contenido de proteínas en *C. redtembacheri* fue de 31,23%, en *A. hesperiaris* de 37,79 y para *L. apiculatum* de 36,98%. En extracto etéreo, sobresale el valor cuantificado para el gusano rojo de maguey, de 58,4%. En relación al aporte calórico, los tres insectos presentaron valores importantes, siendo de 759,9; 838,8 y 862,9 kcal/100g para gusano blanco de maguey, escamol y gusano rojo de maguey, respectivamente. En cuanto al contenido en minerales, destaca para los tres insectos analizados el potasio, con un valor por encima de los 3000 µg·g⁻¹.

Introducción

Los insectos comestibles son un recurso natural renovable que ha sido aprovechado desde la antigüedad con fines alimenticios y medicinales, y como modelos de comportamiento y organización. La antropofagia es una práctica ancestral que ha prevalecido hasta la actualidad. Los insectos son consumidos por seres humanos de todas las razas, edades o sexos (Ramos-Elorduy y Viejo, 2007).

Particularmente en México, la importancia del consumo de los insectos en la época prehispánica quedó plasmada en documentos tales como el *Código Florentino* y en otros escritos importantes posteriores a la llegada de los españoles (Sahagún, 1980, 1989). Al ser los insectos un producto que se consumía desde épocas prehispánicas, sus nombres tienen su origen en la misma época y provienen del náhuatl. Algunos de estos nombres son: necuázcalt (hormiga

de miel), xomiltl (jumil), xamoe (gusano de mezquite), pipioli (abejas), meocuilin (gusano blanco de maguey, que a su vez se compone de las voces meo-maguey y *ocuilin*-gusano), azcatlmolli (escamoles, de *azcatl* -hormiga y *molli*-guisado) y chilocuilin (gusano rojo de maguey), también conocido como chinicuil o michicuil (Ramos-Elorduy y Pino, 1989, 2003). De igual manera, Siguirra y González (1996) reportan detalladamente la variedad de prepa-

raciones con insectos en épocas prehispánicas, ya sea cocinados y asados, salados, tostados o secados como cecinas.

Los insectos comestibles han sido rastreados, colectados, registrados y catalogados en diversos estados de México y están señalados en la base de datos de insectos comestibles del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Por ejemplo, el gusano blanco de maguey, cuya presencia ha sido docu-

PALABRAS CLAVE / Entomofagia / Insectos Comestibles / México / Valor Nutritivo /

Recibido: 19/01/2012. Modificado: 18/12/2012. Aceptado: 07/01/2013.

Beverly Ramos Rostro. Licenciada en Gastronomía, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex), México. Estudiante del Doctorado en Estudios Turísticos, UAEMex, México. e-mail: beverly-ramos@hotmail.com

Baciliza Quintero Salazar. Química en Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestra y Doctora en Biotecnología, Uni-

versidad Autónoma Metropolitana, México. Profesora, UAEMex, México. e-mail: bacilizaqs@yahoo.com.mx

Julieta Ramos-Elorduy. Bióloga, M.C. y Doctorado, Université La Sorbonne, Paris, Francia. Investigadora, Instituto de Biología, UNAM, México. e-mail: relorduy@ibiologia.unam.mx

José Manuel Pino Moreno. Biólogo. M.C. en Ciencias, UNAM, México, y Doctor en Ciencias,

Pacific Western University, EEUU. Profesor, UNAM, México. Dirección: Departamento de Zoología, Instituto de Biología, UNAM. Apartado Postal 70-153, 04510, México, D.F. e-mail: jpino@ibiologia.unam.mx

Sergio C. Ángeles Campos. Médico Veterinario. M.P.A. en Nutrición Animal, UNAM, México. Profesor, UNAM, México. e-mail: sangeles@servidor.unam.mx

Águeda García Pérez. Química en Alimentos, UNAM, México. Profesora, UNAM, México. e-mail: aguedagp@unam.mx

V. Daniela Barrera García, Química en Alimentos, UNAM, México. Maestra y Doctora en Ciencias de los Alimentos, Université de Bourgogne, Francia. Profesora, UAEMex, México. e-mail: danielabarrera_uam@yahoo.com.mx

CHEMICAL AND NUTRITIONAL ANALYSIS OF THREE EDIBLE INSECTS OF COMMERCIAL INTEREST AT THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF THE MUNICIPALITY OF SAN JUAN TEOTIHUACAN AND AT OTUMBA, STATE OF MEXICO

Beverly Ramos Rostro, Baciliza Quintero Salazar, Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino Moreno, Sergio C. Ángeles Campos, Águeda García Pérez and V. Daniela Barrera García

SUMMARY

Several countries worldwide have been characterized by the consumption of a variety of foods, Mexico is no an exception, as many plant and animal foods, integrating traditional and contemporary cuisine, an example of this is the practice of antropoentomofagia (insect consumption by humans), dating from pre-Hispanic times until the present. Therefore in this research is considered important to know the proximate chemical composition, energy and minerals of some edible insects of commercial importance, in the archaeological site identified in the municipality of San Juan Teotihuacan, and the town of Otumba, Mexico State, provide diet. By official methods were analyzed and compared the results of the white worm (*Aegiale hesperiaris W.*), red worm (*Comadia redtembacheri H.*) and escamoles (*Liometopum apiculatum M.*). Insects are characterized by a significant amount of proteins and lipids. Regarding the former, the values correspond to 31.23% for *C. redtembacheri*, 37.79% for *A. hesperiaris*, and 36.98% for *L. apiculatum*. In ether extract, the obtained value of 58.4% for the red agave worm stands as the highest one. In relation to energy intake, the three insects have important values, of 759.9, 838.8 and 862.9 kcal/100g for white grub maguey, escamol and maguey worm red, respectively. With regard to mineral content, for the three insects studied potassium is highlighted, with a value above the 3000 µg·g⁻¹.

le hesperiaris *W.*), red worm (*Comadia redtembacheri H.*) and escamoles (*Liometopum apiculatum M.*). Insects are characterized by a significant amount of proteins and lipids. Regarding the former, the values correspond to 31.23% for *C. redtembacheri*, 37.79% for *A. hesperiaris*, and 36.98% for *L. apiculatum*. In ether extract, the obtained value of 58.4% for the red agave worm stands as the highest one. In relation to energy intake, the three insects have important values, of 759.9, 838.8 and 862.9 kcal/100g for white grub maguey, escamol and maguey worm red, respectively. With regard to mineral content, for the three insects studied potassium is highlighted, with a value above the 3000 µg·g⁻¹.

ANÁLISES QUÍMICA E NUTRICIONAL DE TRES INSETOS COMESTÍVEIS DE INTERESSE COMERCIAL NO SÍTIO ARQUEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE SAN JUAN TEOTIHUACAN E OTUMBA NO ESTADO DO MÉXICO

Beverly Ramos Rostro, Baciliza Quintero Salazar, Julieta Ramos-Elorduy, José Manuel Pino Moreno, Sergio C. Ángeles Campos, Águeda García Pérez e V. Daniela Barrera García

RESUMO

Vários países em todo o mundo têm sido caracterizados pelo consumo de uma variedade de alimentos, o México não é exceção, como muitas plantas e alimentos de origem animal, integrando a cozinha tradicional e contemporânea, um exemplo de esta é a prática de antropoentomofagia (consumo de insetos por seres humanos), que data de tempos pré-hispânicos para o presente. Portanto, nesta pesquisa é considerada importante saber a composição química centesimal, energia e minerais, alguns insetos comestíveis de importância comercial do site, arqueológicos identificados no município de San Juan Teotihuacan, e da cidade de Otumba, Estado do México, oferecem dieta, por métodos oficiais foram analisados e comparados os resultados do Verme Branco (*Aegiale hesperiaris W.*),

worm vermelho (*Comadia redtembacheri H.*) e escamoles (*Liometopum apiculatum M.*). Insetos são caracterizados por uma quantidade significativa de proteínas e lipídios. Relativamente à primeira, os valores correspondem a 31,23% para *C. redtembacheri* 37,79% para *A. hesperiaris* e 36,98% para *L. apiculatum*. No extrato etéreo, quantificaram o valor representa o verme vermelho agave de 58,4%. Em relação ao consumo de energia, os três insetos têm valores importantes, sendo 759,9, 838,8 e 862,9 para brancos grub escamoles kcal/100g maguey e vermelho verme maguey, respectivamente. Com relação ao seu conteúdo mineral, destacando o potássio para os três insetos estudados, com uma valor acima da 3000 µg·g⁻¹.

mentada en Hidalgo, Distrito Federal, Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Zacatecas, San Luis Potosí, Veracruz y Estado de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2011). Por su parte, el gusano rojo de maguey ha sido colectado en diversas localidades de Guanajuato, Tlaxcala, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo, Zacatecas y el Estado de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 2011). Finalmente, el escamol conocido también como *chiquereis*, hormigas de guijes, teclates, tecates, tethlame o

maicitos, ha sido identificado en Tlaxcala, Guerrero, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Hidalgo y el Distrito Federal, entre otros; se encuentra durante los meses de marzo y abril, y se recolectan en estados inmaduros de la casta reproductora (Cuadrillo, 1980; Ramos-Elorduy *et al.*, 1984a; 1988a).

Actualmente, los insectos comestibles son empleados en la confección de diversas preparaciones culinarias, las cuales forman parte fundamental y complementaria de la experiencia turística, la cual, como

lo mencionan Kim *et al.* (2009), va más allá de satisfacer una necesidad biológica, debido a que contribuye a la formación de la identidad en las sociedades post-modernas.

Siendo este tipo de ingredientes un atractivo para el turista, según Kim *et al.* (2009) algunas de las razones que motivan al consumo de alimentos locales y tradicionales por parte de ellos son: vivir una experiencia emocionante, salir de la rutina, salud, aprendizaje, conocimiento de una experiencia auténtica y sensorial. El turismo provee

una considerable captación de divisas, y los insectos comestibles comercializados en la zona arqueológica implican la continuidad de factores culturales y tradicionales, la persistencia e identidad de una tradición que permite mantener la cohesión cultural de la sociedad en esta práctica, que es original y diversa, la cual además representa una actividad comercial en zonas rurales de México y del mundo.

Particularmente los insectos bajo estudio, el gusano rojo de maguey, el gusano blanco de maguey y el escamol, se co-

mercializan en la zona arqueológica del municipio de San Juan Teotihuacán y en el municipio de Otumba, Estado de México. Dichos insectos forman parte de un importante sistema económico que involucra tanto a recolectores como comercializadores, ya que son consumidos por los habitantes de la región y por turistas tanto nacionales como extranjeros. De ahí que existe la posibilidad de asociar y vincular un destino turístico con los alimentos que ahí se sirven y consumen.

Por otra parte, con relación a estudios reportados en México sobre insectos comestibles, existen diversos trabajos que señalan su importancia nutricional. Por ejemplo, en el Estado de México (Ramos-Elorduy *et al.*, 1998a) y en Hidalgo (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002) reportan que las avispas del género *Mischocyttarus* poseen el mayor porcentaje de proteínas (75g/100g) entre los insectos estudiados, mientras que en las hormigas *Myrmecosis melliger* W. se observó la menor proporción (9,5g/100g). En las chinches del mezquite *Thasus gigas* B. se encontró la mayor proporción de los aminoácidos indispensables (54,54%), una relación importante para los requerimientos de niños y adultos señalados por la WHO/FAO/UNU (1985) para etapa pre-escolar y para adultos. Sin embargo en la zona de San Juan Teotihuacán y el municipio de Otumba, Estado de México no se han realizado estudios que hayan reportado la composición química y nutricional, ni la clasificación taxonómica, que caractericen a los insectos comestibles que en este trabajo se analizan.

El objetivo del presente estudio fue conocer el valor nutritivo del gusano rojo de maguey *C. redtembacheri* (Lepidóptera Cossidae), del gusano blanco de maguey *A. hesperia* (Lepidóptera: Megathymidae) y del escamol *L. apiculatum* (Himenóptera Formicidae), insectos que se comercializan en la zona arqueológica de San Juan Teotihuacán y el municipio de Otumba, Estado de México.

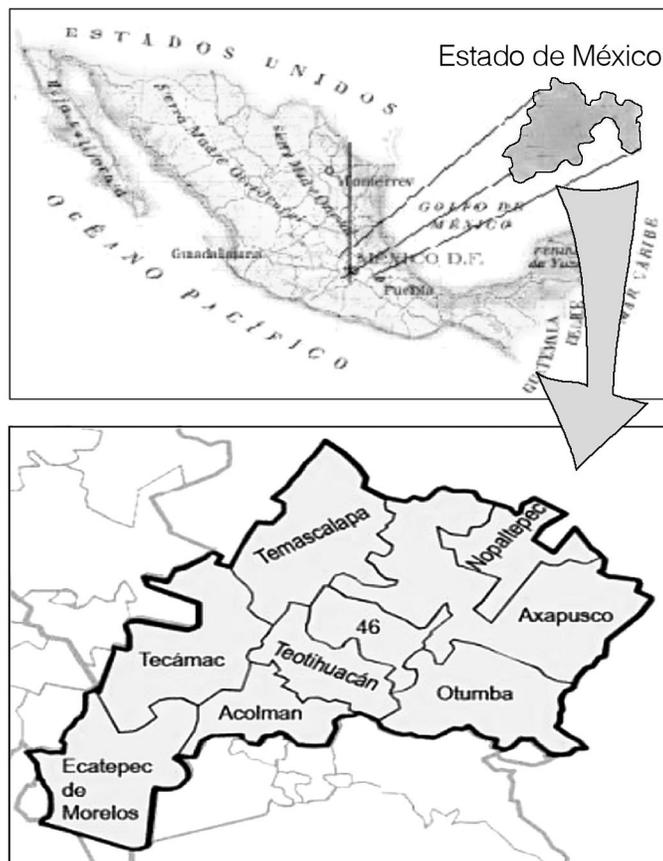


Figura 1. Localización geográfica del Estado de México y de los municipios de San Juan Teotihuacán y Otumba. Tomado de *Portal del Gobierno del Estado de México, conoce el Estado de México: Región V*. http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/estado/geografiayestadistica/regiones/region_V/index.htm (Cons. 29/08/2011).

Materiales y Métodos

Ubicación de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en los municipios de Otumba y San Juan Teotihuacán, Estado de México (Figura 1). Otumba se localiza en el extremo oriente del Estado, pertenece a la Región Económica II Zumpango y sus coordenadas extremas son: máximas de 19°42'55"N y 98°49'00"O y mínimas de 19°35'37"N y 98°38'48"O, a una altura de 2349,41msnm. Limita al norte con el municipio de Axapusco, al sur con el municipio de Tepetlaotoc, al sureste con el estado de Tlaxcala, al este con estado de Hidalgo y al oeste con el municipio de San Martín de las Pirámides (Figura 1; Velázquez-Vilchis, 2005). Por su

parte el municipio de San Juan Teotihuacán se ubica a los 19°41'N y 98°52'O. El valle de Teotihuacán está situado a 45km al noroeste de Ciudad de México y a 119km de la ciudad de Toluca. Dentro del contexto regional, Teotihuacán de igual manera pertenece a la Región Económica II Zumpango, la cual tiene bajo su jurisdicción a 31 municipios de la entidad. Teotihuacán limita con los municipios Temascalapa al norte, Acolman y Otumba al sur, San Martín de las Pirámides por el este y Tecámac por el oeste (Figura 1; Gómez-Aco, 2005).

Recolección y almacenamiento de muestras

Las muestras de gusano rojo de maguey, escamol y gusano blanco fueron adquiridas

frescas y congeladas en los diferentes puntos de venta identificados en el municipio de Otumba y en la zona arqueológica de Teotihuacán, Estado de México. Cabe señalar que Miranda *et al.* (2011) y Figueroa y Ramos (2009) reportaron que la disponibilidad de dichos insectos varía con respecto a la estacionalidad de cada uno. Es por ello que el escamol se adquirió durante los meses de marzo, abril y mayo; el gusano blanco de maguey en mayo, junio y julio y, finalmente, el gusano rojo de maguey de julio a septiembre.

Las muestras se compraron directamente en los puntos de venta y luego se colocaron en frascos, dentro de un recipiente con hielo en condiciones asépticas, para ser trasladadas al laboratorio de Bromatología, Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, donde fueron almacenadas a -4°C por 24h. Las muestras frescas se utilizaron para la clasificación taxonómica en tanto que las congeladas fueron utilizadas para el análisis químico proximal.

Clasificación taxonómica

Los insectos se trasladaron al laboratorio de Entomología del Instituto de Biología de la UNAM, donde se montaron, etiquetaron e identificaron, para lo cual se revisaron las claves taxonómicas correspondientes a cada orden, familia, género y especie en cuestión, siendo depositadas en la Colección Científica de Insectos Comestibles alojada en ese laboratorio.

Análisis químico proximal

Todos los análisis se realizaron por triplicado empleando métodos de AOAC (Helrich, 1990). El contenido de humedad (N.934.01) se determinó por secado en horno a 50°C; proteína (N.988.05) por el método de Kjeldahl, utilizando un digestor Büchi K-435, lavador de gases Büchi B 414, destila-

TABLA I
RELACIÓN TAXONÓMICA DE LOS INSECTOS COMESTIBLES COMPRADOS EN SAN JUAN TEOTIHUACÁN (SJT) Y OTUMBA (O), ESTADO DE MÉXICO

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Localidad
Lepidoptera	Megathymidae	<i>Aegiale</i>	<i>hesperiaris</i> W.	Gusano blanco de maguey	SJT
Lepidoptera	Cossidae	<i>Comadia</i>	<i>redtembacheri</i> H.	Gusano rojo de maguey	SJT
Hymenoptera	Formicidae	<i>Liometopum</i>	<i>apiculatum</i> M.	Escamol	O

dor Büchi Kjelflex K-360, campana de extracción, tubos de digestión 42x300mm de 300ml; extracto etéreo (920.39) por extracción en un Soxhlet; cenizas (N.942.05) por calcinación en una mufla Lindbert modelo TZ45T, fibra cruda (N. 962.09) en un analizador de fibra (ANKOM) modelo 200/220, y la materia seca y extracto libre de nitrógeno fueron calculados por diferencia.

Reactivos

Los reactivos utilizados se enlistan de acuerdo al análisis realizado. Determinación de grasa: éter etílico reactivo analítico (RA; Reasol). Proteína: agua destilada, mezcla catalizadora: sulfato de potasio (Meyer) 200g RA, sulfato de cobre pentahidratado (Meyer) 20g RA, selenio negro metálico (Merck), 5g RA, ácido bórico al 4% (Reasol), anaranjado de metilo (J.T. Baker), ácido sulfúrico concentrado (Fermant) 93-95%, hidróxido de sodio en lentes (RA; Reasol) al 20 y 32%, verde de bromocresol (Merck) y ácido clorhídrico (J.T. Baker) 36.5 a 38%. Fibra cruda: ácido sulfúrico (Fermant) 93-95% en solución al 1,25% e hidróxido de sodio en solución al 1,25%.

Determinación del contenido de minerales

Para el caso de minerales se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica según los métodos de la AOAC (Helrich, 1990). Se realizó una digestión húmeda con ácido clorhídrico de las cenizas obtenidas por calcinación en mufla a 600°C, posteriormente la solución obtenida se filtró y aforó a 100ml con agua destilada (solución madre), para posteriormente leer su absorbancia en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2380, el cual fue calibrado de acuerdo a la longitud de onda correspondiente a cada mineral (Ca 422,7; Mg 285,2; Na 589,0; Mn 279,5; K 766,5; Zn 213,9; Cu 324,8; y Fe 248,3) utilizando energía de la lámpara específica para cada elemento.

Finalmente, para la determinación del aporte calórico se utilizó una bomba calorimétrica (Tejada, 1992) marca Parr Instrument Company Modelo A1453DDEB.

Resultados y Discusión

Clasificación taxonómica

El gusano rojo de maguey, el gusano blanco de maguey

y el escamol han sido identificados y clasificados taxonómicamente en diversas localidades de México, como se mencionó anteriormente. Sin embargo, no se habían identificado taxonómicamente los productos que integran la cocina tradicional y representativa de la zona arqueológica de San Juan Teotihuacán.

En este estudio se encontró que los gusanos rojo y blanco de maguey se consumen en estado larvario, en tanto que el caso del escamol, además de la larva también se consumen los huevecillos, las pupas y los adultos de la casta reproductiva. En la Tabla I se reporta el orden, familia, género y especie de los organismos estudiados. Cabe señalar que en los insectos identificados como gusano rojo de maguey, gusano blanco de maguey y escamol existen variadas sinonimias. Por ejemplo, en un estudio realizado en el estado de Hidalgo por Ramos-Elorduy *et al.* (2002) fueron reportados taxonómicamente de la siguiente manera: gusano rojo de maguey (*Xyleutes redtembacheri* H.), gusano blanco de maguey (*Acentrocneme hesperiaris* K.) y escamol (*Liometopum occidentale* var. *luctuosum* W.), lo cual

permite valorar la dificultad del trabajo taxonómico, la gran diversidad de sinonimias y la variedad de criterios empleados en la determinación taxonómica de las especies a lo largo del tiempo.

Análisis químico proximal

El estudio de la composición química de los alimentos permite no sólo conocer la proporción de los elementos y macromoléculas que los integran, sino que con base en ello se infiere su calidad nutritiva y además se establecen las bases para un mayor conocimiento y por ende la valoración de los mismos. Lo anterior cobra importancia cuando se trata de productos típicos. Por ejemplo en un trabajo reportado para el estado de Puebla por Ramos-Elorduy *et al.* (1988b) se menciona que el contenido de proteína es de 67% para *Liometopum apiculatum* M., de 30,88% para *Aegiale hesperiaris* W. y de 29,05% para *Cossus redtembacheri* H., lo que indica su alto contenido protéico. En la Tabla II se reportan los resultados del análisis químico proximal, en g/100g base húmeda, obtenidos para los insectos estudiados, pudiéndose observar que el insecto con mayor porcentaje de humedad es el gusano blanco de maguey proveniente de Teotihuacán con 77,15%. Por otra parte, se encontró que el contenido de proteína cruda más alto corresponde a la muestra de escamol colectada en Otumba, con 12,40%, y en el caso de extracto etéreo el valor más alto corresponde al de gusano rojo de maguey identificado en Otumba, con 24,37%.

En la Tabla III se presentan los resultados en g/100g base seca comparados con los valores reportados en la literatura. En este sentido, Pino *et al.* (2006) identificaron y registraron 12 especies de insectos comestibles comercializados en Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México, entre los cuales se encontraban el gusano rojo y blanco de maguey y el escamol. Estos re-

TABLA II
VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS COMESTIBLES REPORTADOS EN SAN JUAN TEOTIHUACÁN (SJT) Y EN EL MUNICIPIO DE OTUMBA (O), ESTADO DE MÉXICO*

	Gusano blanco de maguey		Gusano rojo de maguey		Escamol	
	SJT	O	SJT	O	SJT	O
Humedad	77,15	72,34	58,30	60,90	71,90	60,57
Proteína cruda (Nx6,25)	8,64	9,80	10,09	9,79	10,39	12,40
Extracto etéreo	7,98	11,45	23,43	24,37	10,37	20,59
Cenizas	1,05	1,00	0,87	0,75	0,74	0,68
Fibra cruda	0,96	1,12	1,85	0,32	0,31	0,33
Elementos libres de N	4,21	4,28	5,46	3,87	4,21	5,44

* g/100g base húmeda.

TABLA III
COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE LOS INSECTOS COMESTIBLES
REPORTADOS EN SAN JUAN TEOTIHUACÁN (SJT), Y EN EL MUNICIPIO DE OTUMBA
(O), ESTADO DE MÉXICO, EN CUAUTITLÁN DE ROMERO RUBIO (C)*,
Y EN HIDALGO (H) Y EL ESTADO DE PUEBLA (P)**

Especies	Proteína	Grasa	Elementos minerales	Fibra cruda	Extracto libre de N	Localidad
<i>A. hesperiaris</i> W.(L)	37,79	34,94	4,61	4,22	18,44	SJT
<i>A. hesperiaris</i> W.	35,45	41,32	3,54	7,23	12,46	O
<i>A. hesperiaris</i> W.	35,60	44,20	2,80	4,31	13,07	C
<i>A. hesperiaris</i> W.	30,18	58,92	2,17	3,60	5,13	H
<i>A. hesperiaris</i> W.	40,24	29,45	5,15	5,27	19,89	P
<i>C. redtembacheri</i> H. (L)	31,23	58,54	2,07	1,85	6,31	SJT
<i>C. redtembacheri</i> H.	25,83	60,01	1,85	1,90	10,41	O
<i>C. redtembacheri</i> H.	34,63	49,33	2,04	5,99	7,97	C
<i>C. redtembacheri</i> H.	31,15	58,95	2,75	5,41	1,74	H
<i>C. redtembacheri</i> H.	42,07	47,98	2,13	6,24	1,58	P
<i>L. apiculatum</i> M. (H, L, P)	36,98	36,90	2,64	1,10	22,38	SJT
<i>L. apiculatum</i> M.	31,63	52,17	1,82	1,75	12,63	O
<i>L. apiculatum</i> M.	37,41	33,27	5,27	2,32	21,60	C
<i>L. apiculatum</i> M.	66,50	12,19	5,06	1,05	15,2	H
<i>L. occidentale</i> var. <i>luctuosum</i> W.	49,07	32,65	3,79	9,47	5,02	H
<i>L. apiculatum</i> M.	39,67	36,87	1,8	2,44	19,22	P

* Pino *et al.* (2006). ** Ramos-Elorduy *et al.* (2002; 2007). *** g/100g base seca. L: larvas, H: huevos, P: pupas.

sultados se comparan con los obtenidos en la presente investigación.

Con relación al valor nutritivo que poseen los insectos comestibles estudiados, se puede observar en la Tabla III que para proteína, el valor más elevado corresponde al escamol con 66,50%; el valor más alto de grasa le corresponde al gusano rojo de maguey con 58,54% y el porcentaje más alto observado en carbohidratos fue para el escamol con 22,38%. Igualmente se señalan las proporciones

para elementos minerales y fibra cruda.

Comparando los resultados reportados para el municipio de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México por Pino *et al.* (2006) y por Ramos-Elorduy *et al.* (2002, 2007) en el Estado de Hidalgo y en el poblado La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, en relación a los determinados en este estudio, se puede observar que los valores más altos en proteína lo tiene *L. apiculatum* ubicado en el estado de Hidalgo

con 66,50%. Respecto al contenido de grasa, el porcentaje más alto lo presentaron *C. redtembacheri* con 60,01% para el organismo ubicado en Otumba, Estado de México y 58,95% para la misma especie reportado en el estado de Hidalgo. Ambos poseen un alto porcentaje en grasa lo cual indica que sería interesante conocer en el futuro la calidad de la misma.

Estos datos confirman el significativo valor nutritivo de estas tres especies, ya que presentan un alto contenido

en proteínas. Al respecto, Ramos-Elorduy *et al.* (1984b) realizaron un estudio en el que hacen especial énfasis en la calidad y cantidad de este tipo de macromoléculas de once especies de insectos comestibles en México. En dicho trabajo se analizaron las especies *Sphenarium histrio* G. y *Sphenarium purpurascens* Ch. (Orden Orthoptera); *Atizies taxcoensis* A., *Pachilis gigas* B. y *Euschistus strennus* S. (Hemiptera); *Cossus redtembacheri* H. (Lepidoptera); *Atta mexicana* S. y *Liometopum apiculatum* M. (Hymenoptera) y *Ephydra hians* S. y *Musca domestica* L. (Diptera) en su estado de consumo. El contenido proteínico de estos insectos oscilaba entre 55 y 70% en base seca y la calificación química que expresa la calidad de la proteína va de 42 a 80% con excepción de *Atizies taxcoensis* A., que presentó un valor de 10%. Asimismo, Redford y Dorea (1984) reportaron que cerca del 93% del nitrógeno que contienen los insectos es sin ligaduras, lo que facilita su degradación enzimática y por lo tanto su digestibilidad *in vitro* e *in vivo*.

Por otra parte, Ramos-Elorduy y Pino (1990) reportaron el importante aporte calórico de algunos insectos comestibles de México. Estos autores señalan que el 87% de los insectos comestibles son más energéticos que el maíz, 50% más que la soya, 63% más que la carne de res, 70% más que el pescado, la lenteja y el frijol, 84% de ellos más que las hortalizas, 95% más que el trigo, el centeno y 100% más que el pollo. Estos datos se confirman en el presente estudio, ya que el contenido energético de los tres insectos analizados supera inclusive al insecto más energético (*Phasus triangularis*) que reportan los autores antes mencionados.

En la Tabla IV se comparan algunos estudios respecto al contenido calórico de gusano rojo de maguey, gusano blanco de maguey y escamol con los analizados en el pre-

TABLA IV
COMPARATIVO DEL CONTENIDO CALÓRICO EN LAS TRES ESPECIES IDENTIFICADAS EN SAN JUAN TEOTIHUACÁN Y EL MUNICIPIO DE OTUMBA, ESTADO DE MÉXICO, Y EN DIFERENTES LOCALIDADES DE MÉXICO*

Especies	Estado de consumo	kcal/1000g	Lugar de colecta
<i>A. hesperiaris</i> K	L	6804,20	San Juan Teotihuacán, E. de México
<i>A. hesperiaris</i> K	L	7598,9	Otumba, E. de México
<i>A. hesperiaris</i> K	L	5925,0	Nduayaco, Oaxaca
<i>C. redtembacheri</i> H	L	7027,40	San Juan Teotihuacán, E. de México.
<i>C. redtembacheri</i> H	L	8629,3	Otumba, E.de México
<i>C. redtembacheri</i> H	L	6143,9	Chapulco, Puebla
<i>L. apiculatum</i> M	L, P	7316,13	San Juan Teotihuacán E. de México.
<i>L. apiculatum</i> M	L, P	8388,2	Otumba, E. de México.
<i>L. apiculatum</i> M (reproductores)	H, L, P	5354,4	Tlaltenco, D.F.
<i>L. apiculatum</i> M (obreras)	H, L, P	4986,	Tulancingo, Hidalgo
<i>L. apiculatum</i> M	H, L, P	4616,7	Tulancingo Hidalgo
<i>L. apiculatum</i> M (reproductores)	H, L, P	5354,4	Tlaltenco, D.F.
<i>L. apiculatum</i> M (obreras)	H, L, P	4986,4	Tulancingo Hidalgo
<i>L. apiculatum</i> M	H, L, P	4616,7	Tulancingo Hidalgo

* Modificado de Ramos-Elorduy y Pino (1990). L: larvas, P: pupas, H: huevos.

TABLA V
CONTENIDO DE ALGUNOS ELEMENTOS MINERALES
EN *C. redtembacheri*, *A. hesperiaris* Y *L. apiculatum* ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
IDENTIFICADOS EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA
DE TEOTIHUACÁN Y EN OTUMBA, ESTADO DE MÉXICO

Elemento	Gusano rojo	Gusano blanco	Escamol
Calcio	126,9	223,7	174,8
Magnesio	473,6	763,5	455,3
Sodio	175,1	72,1	823,6
Potasio	4194,8	6649,5	3182,7
Zinc	43,2	39,3	52,7
Cobre	7,3	11,4	9,3
Hierro	0,50	0,50	0,8
Manganeso	10,6	16,7	10,6
Fósforo	0,33%	0,57%	0,35%

sente estudio. Se puede apreciar que los insectos identificados en San Juan Teotihuacán y en el municipio de Otumba, Estado de México, presentaron un aporte calórico más alto, lo cual podría deberse al tipo de alimentación de los insectos bajo estudio, así como al estado de desarrollo de cada uno de ellos. De igual manera, pudiese influir la composición del suelo y el conjunto de factores bióticos y abióticos que conforman el ecosistema de donde se extraen, como sucede por ejemplo con la calidad asociada al suelo para la obtención de vinos (Sánchez, 2008). Por otra parte Ramos-Elorduy y Pino, (2001) mencionan que es importante conocer el valor nutritivo de estos recursos usados como alimento, para cada una de las localidades donde se encuentren y/o consumen. Por ejemplo, el gusano rojo de maguey ubicado y reportado en Cuautitlán de Romero Rubio presentó menor contenido en grasa que el comprado en San Juan Teotihuacán, como puede verse en la Tabla III. Por otra parte, Ramos-Elorduy y Pino (1990) reportan los diez insectos comestibles más energéticos expresado en Kcal/1000g, siendo: *Phasus triangularis* H.E (Lepidoptera-Hepialidae), que proporciona 7768,50; *Polistes instabilis* S. (Hymenoptera-Vespidae), con 6850,80; *Phasus* sp. (Lepidoptera-Hepialidae) con 6785,10; *Arhopalus* sp. (Coleoptera-Cerambycidae)

6530,20; *Chalcophora* sp. (Coleoptera- Buprestidae) 6410,9; *Phasus trajesa* S. (Lepidoptera-Hepialidae) 6344,90; *Edessa* sp. (Hemiptera-Pentatomidae) 6219,9; *Comadia redtembacheri* H. (Lepidoptera-Cossidae) que produce 6143,9; y *Oileus rimador* T. (Coleoptera- Passalidae) con 5737,7Kcal/1000g. Sin embargo, y como se puede observar en la Tabla IV, dos de los tres insectos objeto de esta investigación, se encuentran por encima del valor superior para *P. triangularis*, determinado de acuerdo a los autores citados anteriormente. Los resultados presentados sugieren que los insectos comestibles proporcionan calorías de una manera importante en la ingesta diaria, lo cual realiza su papel en el aporte energético de las personas de las zonas rurales (Ramos-Elorduy y Pino, 1990).

Por otra parte, se han realizado estudios de micronutrientes en algunos insectos comestibles de México, donde se analizaron algunos minerales. Ramos-Elorduy *et al.* (1998b) hacen referencia a la cuantificación de cenizas totales y algunos elementos minerales (Na, K, Ca, Zn, Fe y Mg), en 39 especies de insectos comestibles provenientes de diversas localidades de México; el Mg se encontró en mayor proporción en todos los insectos estudiados. La Tabla V muestra la cuantificación de algunos minerales en gusano blanco, gusano rojo y escamol. La cantidad más alta en

los tres casos corresponde al potasio. Sin embargo, lo reportado por otros autores varía significativamente; por ejemplo Ramos-Elorduy *et al.* (1998a), reportaron 0,088% de Ca para gusano rojo de maguey, y la cantidad de Ca que aquí se reporta para esta misma especie es de $126\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, es decir una tercera parte de lo antes reportado anteriormente, de acuerdo a la conversión realizada para homogeneizar las unidades.

Ramos-Elorduy *et al.* (1998b) mencionan que la mayoría de los insectos comestibles que han estudiado tienen una mayor proporción de potasio, inclusive más que una hamburguesa, pollo, res, algunos derivados del cerdo como el tocino, lo cual se corrobora para los tres insectos analizados en este estudio, en los datos presentados en la Tabla V. El potasio es importante para disminuir la presión arterial, prevenir la hipertensión arterial, cardiopatías y derrames (Murray *et al.*, 2001). El Na, K y Cl son los principales elementos responsables del balance electrolítico, también llamado balance iónico, y un desbalance afecta el metabolismo óseo mediante la modificación del pH urinario y la excreción Ca y P por dicha vía (Shimada, 2003). Aquí radica la importancia del alto contenido en potasio que presentan los tres insectos analizados.

Conclusiones

Los insectos comestibles estudiados son nutritivos pues presentan un alto contenido en proteína y grasa, lo que permitirá revalorizar de forma integral a los productos gastronómicos que se elaboran a partir de estos ingredientes silvestres y que forman parte de la gastronomía tradicional y local en la zona arqueológica de Teotihuacán y en Otumba, Estado de México.

Los insectos analizados superan a los insectos más energéticos reportados previamente en la literatura, lo que indica que éstos son una fuente

importante de calorías. Asimismo son ricos en potasio.

Se establecen las bases para generar un mayor conocimiento y valoración de los insectos estudiados, con relación a la región donde fueron identificados, pues su contenido nutricional varía en comparación con los mismos organismos analizados en otros estados de la México, dato que se considera relevante pues es posible vincular un producto gastronómico típico o tradicional con la localidad en la cual se encuentra.

Por último, aunque el objetivo de este estudio no fue abordar aspectos medio ambientales, se sugiere que investigaciones posteriores sean enfocadas al manejo sostenible, ya que es de importancia salvaguardar a los insectos comestibles como recursos naturales que no se deben sobreexplotar. Lo anterior permitirá, además de mantener y conservar la práctica de la antropofagia, utilizar a ésta como recurso turístico, respetando la estacionalidad y abundancia de cada insecto, así como el entorno ecológico y hábitat en el que se desarrolla.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Eraldo Medeiros Costa-Neto, Universidade Estadual de Feira de Santana Bahia, Brasil, por la traducción del resumen al portugués.

REFERENCIAS

- Cuadriello AJI (1980) Consideraciones biológicas y económicas acerca de los escamoles (Hymenoptera: Formicidae). *Anal. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 54: 161-176
- Figueroa CSM, Ramos RB (2009) *Formas Actuales de Recolección y Comercialización de Insectos Comestibles en Otumba y Teotihuacán, México*. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de México. 102 pp.
- Gómez-Aco E (2005) *Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México*. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. www.e-local.gob.mx/work/tem-

- plates/enciclo/mexico/mpios/15065a.htm (Cons. 08/07/2011).
- Helrich K (1990) *Official Methods of Analysis*. 15ª ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, EEUU. 1298 pp.
- Kim YG, Eves A, Scarles C (2009) Building a model of local food consumption on trips and holidays: A grounded theory Approach. *Int. J. Hospital. Manag.* 28: 423-431.
- Miranda G, Quintero B, Ramos B, Olgüin-Arredondo HA (2011) La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona Turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *Pasos* 9: 81-100.
- Murray KR, Mayes PA, Granner DK, Rodwell WW (2001) *Bioquímica de Harper*. Manual Moderno. México. 1045 pp.
- Pino Moreno JM, Ramos-Elorduy J, Costa-Neto Eraldo M (2006) Los insectos comestibles comercializados en los mercados de Cuautitlán de Romero Rubio, Estado de México, México. *Sitientibus Sér. Cienc. Biol.* 6 (Etnobiología): 56-64.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM (1989) *Los Insectos Comestibles en el México Antiguo*. AGT. México. 108 pp.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM (1990) Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 34: 56-68.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM (2001) El consumo de insectos entre los lacandones de la comunicad Bethel y su valor nutritivo, *Etnobiología* 1: 24-43.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM (2003) El consumo de insectos entre los aztecas. En Long J (Ed.) *Conquista y Comida: Consecuencias del Encuentro de Dos Mundos*. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 89-101.
- Ramos-Elorduy J, Delage Darchen BJ, Cuadrillero N, Galindo M, Pino MJM (1984a) Ciclo de vida y fundaciones de las sociedades de *Liometopum apiculatum* M. (Hymenoptera, Formicidae). *Anal. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 54: 161-176.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM, Márquez C, Rincón F, Alvarado M, Escamilla E, Bourges H (1984b) Protein content in some edible insects in México. *J. Ethnobiol.* 4: 61-72.
- Ramos-Elorduy J, Delage Darchen B, NE Galindo M, Pino MJM (1988a) Observaciones bioecológicas de *Liometopum Apiculatum* M y *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* W (Hymenoptera, Formicidae). *Anal. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 58: 341-354.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM, Romero LA (1988b) Determinación del valor nutritivo de algunas especies de insectos comestibles del Estado de Puebla. *Anal. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 58: 355-372.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM, Cuevas CS (1998a) Insectos comestibles del Estado de México y determinación de su valor nutritivo. *Anal. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 69: 65-104.
- Ramos-Elorduy J, Muñoz JL, Pino MJM (1998b) Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 42: 18-33.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM, Morales de León J (2002) Análisis químico proximal, vitaminas y nutrientes inorgánicos de insectos consumidos en el estado de Hidalgo, México. *Fol. Entomol. Mex.* 41: 15-29.
- Ramos-Elorduy, Costa EM, Pino MJM, Cuevas MS, García-Figueroa J, Zetina DH (2007) Conocimiento de la entomofauna útil en el poblado de La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. *Biotemas* 20: 121-134.
- Ramos-Elorduy J, Pino MJM, Vázquez Ibarra A, Landero I, Oliva-Rivera H, Camacho VM (2011) Edible Lepidoptera in Mexico: Geographic distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* 7: 2
- Ramos-Elorduy J, Viejo JL, (2007) Los insectos como alimento humano. Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.* 102: 61-84.
- Redford KH, Dorea JG (1984) The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. *J. Zool.* 203: 385-395.
- Sahagún FB (1980) *Códice Florentino*. Edición Facsimilar. Archivo General de la Nación. Libro XI. pp. 221.261
- Sahagún FB (1989) *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. Consejo Nacional Para la Cultura y las Artes. Alianza Editorial Mexicana. Tomos I y II. 923 pp.
- Sánchez B (2008) El secreto de la Pinot. *Vinum* 30-33. www.vinino.es/pdf_anteriores/Vinum69.pdf. (Cons. 07/11/2012).
- Shimada MA (2003) *Nutrición Animal*. 1ª ed. Trillas. México. 187 pp.
- Siguira Y, González F (1996) *Cocina Mexicana a Través de los Siglos*. Tomo I. Clío, Fundación Hérdez. México. 63 pp.
- Tejada de Hernández I (1992) *Control de Calidad y Análisis de Alimento para Animales*. Sistema de Educación Continua en Producción Animal, A.C. Secretaría de Educación Pública. México. 393 pp
- Velázquez-Vilchis R (2005) *Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal Gobierno del Estado de México*. www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15092a.htm (Cons. 11/07/2011).
- WHO/FAO/ONU (1985) *Energy and Protein Requirements*. WHO Technical Report Series N° 724. Ginebra, Suiza. 220 pp.