

CALIDAD SANITARIA DE ALIMENTOS ELABORADOS CON GUSANO ROJO DE AGAVE (*Comadia redtembacheri* H.) EN SAN JUAN TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

SANITARY QUALITY OF FOODS PROCESSED WITH RED AGAVE WORM (*Comadia redtembacheri* H.) IN SAN JUAN TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

Beverly Ramos-Rostro¹, Julieta Ramos-Elorduy Blázquez², José M. Pino-Moreno², Felipe C. Viesca-González¹, José J. Martínez-Maya³, Luz del C. Sierra-Gómez Pedroso³, Baciliza Quintero-Salazar^{1*}

¹Centro de Investigación y Estudios Turísticos, Facultad de Turismo y Gastronomía, Universidad Autónoma del Estado de México. 50100. Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, México. (bquinteros@uaemex.mx). ²Instituto de Biología, Departamento de Zoolo- gía, Laboratorio de Entomofagia, Apdo. Postal 70-153, 04510. Ciudad de México, México.

³Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. 04510. Avenida Universidad 3000. Ciudad de México, México.

RESUMEN

La tendencia de que la gastronomía y los alimentos regionales sean parte de las experiencias turísticas es creciente. El gusano rojo de maguey o agave (*Comadia redtembacheri* Hammershmidt, 1848 Lepidoptera Cossidae) es un insecto comestible recolectado en algunas entidades de México y se emplea para elaborar especialidades gastronómicas comercializadas en corredores turísticos y gastronómicos por lo que la calidad sanitaria de este tipo de alimentos debe conocerse. Los microorganismos indicadores de calidad microbiológica, como mesófilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes fecales y totales, así como *Salmonella* spp. se cuantificaron en muestras de platillos elaborados con gusano rojo de maguey de 18 establecimientos de alimentos y bebidas de la zona turística de San Juan Teotihuacán, Estado de México, en las temporadas de septiembre y noviembre de 2010. El estudio se realizó con base en las normas oficiales mexicanas. El diseño experimental fue de muestras apareadas o relacionadas y se aplicó una prueba de rangos con signo de Wilcoxon, tomando como pares las determinaciones de septiembre y de noviembre en un mismo establecimiento. El recuento de mesófilos aerobios fue menor que el límite máximo señalado por la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994. Todas las muestras estuvieron libres de coliformes totales y fecales, independientemente de la época. Los valores máximos de mesófilos aerobios, hongos y levaduras se presentaron en noviembre. Entre las dos épocas no hubo diferencia significativa

ABSTRACT

The tendency for regional gastronomy to be part of the tourist experience is ever growing. The red maguey or agave worm (*Comadia redtembacheri* Hammershmidt, 1848 Lepidoptera Cossidae) is an edible insect collected in some states of Mexico and is used to make gastronomic specialities sold in touristic and gastronomic corridors. Therefore, the microbiological quality of this type of food must be known. Indicator microorganisms of hygienic quality of foods such as aerobic mesophilic bacteria, fungi, yeasts, total and fecal coliforms and *Salmonella* spp. were quantified from samples of dishes prepared with red maguey worms. These samples were collected from 18 food and beverage establishments in the tourist area of San Juan Teotihuacan, Estado de Mexico, during September and November 2010. This study was conducted based on the Mexican official standards. The experimental design used was paired or related samples and the Wilcoxon signed-ranks test was also applied, taking as pairs the September and November determinations in a same establishment. Mesophilic Aerobic bacteria count was less than the maximum limit set by the Official Mexican Standard NOM-093-SSA1-1994. All samples were free of total and fecal coliforms, regardless of the time of sampling. The maximum values of mesophilic aerobic bacteria, moulds and yeasts were reported in November. Between the two periods, no significant difference ($p > 0.05$) was found in the counts of the indicator organisms. *Salmonella* spp. was not detected in samples. The dishes prepared with red agave worm sold in the tourist area of San Juan Teotihuacan have an acceptable microbiological quality.

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: octubre, 2014. Aprobado: noviembre, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 50: 391-402. 2016.

($p > 0.05$) en los recuentos de microorganismos indicadores. En ninguna muestra se identificó *Salmonella* spp. Los plattos elaborados con gusano rojo de maguey comercializados en la zona turística de San Juan Teotihuacan tienen calidad microbiológica aceptable.

Palabras clave: Antropoentomofagia, insectos comestibles, gusano rojo de agave, *Comadia redtenbacheri*, calidad microbiológica, calidad higiénica.

INTRODUCCIÓN

La gastronomía es importante porque genera vínculos de las personas con los lugares que visitan; así, además de ser una manifestación cultural, puede ser un recurso turístico (Ricolfe *et al.*, 2008). Aunque existe interés de los turistas por consumir alimentos tradicionales y representativos de los lugares que visitan, en ocasiones el consumo de alimentos locales se evita porque resultan poco familiares y la higiene durante la elaboración parece inadecuada (Amuquandoh, 2011).

En algunos países en desarrollo es común que los alimentos se preparen con higiene y sanidad precarias, por lo cual los turistas pueden sufrir trastornos gastrointestinales, como la diarrea del viajero. Al respecto, el *Centers of Disease Control and Prevention* reportó en 2006 que la diarrea del viajero afecta cada año entre 20 y 50 % de los viajeros internacionales y que los destinos de riesgo mayor son los países en desarrollo de América Latina, África, Medio Oriente y Asia (CDC, 2006).

Algunas enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) son salmonelosis, shigelosis y listeriosis. En la literatura se documenta la presencia de microorganismos patógenos en el personal y en los alimentos comercializados en algunos destinos turísticos. Al respecto, en un estudio realizado en Nairobi, Kenia, hubo casos de infección por *Escherichia coli* patogénica en manipuladores de alimentos en hoteles de lujo (Onyango *et al.*, 2009). Esto muestra la importancia de garantizar la calidad higiénica de los alimentos, ya que puede contribuir a fortalecer o deteriorar la imagen del destino receptor.

Los insectos comestibles son ingredientes recolectados con fines alimenticios en algunos estados de México tales como Chiapas (Ramos-Elorduy y Pino, 2002), Oaxaca (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997), Hidalgo (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002) y el Estado

Key words: Anthroentomophagy, edible insects, red agave worm, *Comadia redtenbacheri*, microbiological quality, sanitary quality.

INTRODUCTION

Gastronomy is important because it creates links between people and the places they visit; thus, besides being a cultural manifestation, it can also be a tourist resource (Ricolfe *et al.*, 2008). Although there is interest from tourists to consume traditional cuisine representative of the attended places, sometimes this local food consumption is avoided because it is unfamiliar and hygiene during its processing seems inadequate (Amuquandoh, 2011).

In some developing countries, it is common to prepare food with poor hygiene and sanitation, so that tourists may suffer gastrointestinal disorders, such as traveler's diarrhea. In this regard, the Centers of Disease Control and Prevention reported in 2006 that traveler's diarrhea affects every year between 20 and 50 % of the international travelers, and that the higher-risk destinations are developing countries from Latin America, Africa, Middle East and Asia (CDC, 2006).

Some foodborne diseases (ETA's) are: salmonellosis, shigellosis and listeriosis. In the literature there are documents about the presence of pathogen microorganisms in both, the staff and the foods sold in tourist destinations. In this regard, a study carried out in Nairobi, Kenya, Onyango *et al.* (2009) reported cases of infection by pathogenic *Escherichia coli* in food handlers working in luxury hotels. This shows the importance of assuring the hygienic quality of food, as it can help strengthen or impair the image of the touristic destiny.

Edible insects are ingredients collected for food in some states of Mexico such as Chiapas (Ramos-Elorduy and Pino, 2002), Oaxaca (Ramos-Elorduy *et al.*, 1997), Hidalgo (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002) and the Estado de Mexico (Miranda *et al.*, 2011; Viesca *et al.*, 2012). In the later, the archaeological and tourist area of San Juan Teotihuacan is a highlight, where "escamoles" (*Liometopum apiculatum* Mayr, 1870 Hymenoptera Formicidae.), white worms (*Aegiale heperiaris*, K. Walker, 1856 Lepidoptera: Megathymidae) of agave (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick) and red agave worms are used in the

de México (Miranda *et al.*, 2011; Viesca *et al.*, 2012). En el último destaca la zona arqueológica y turística de San Juan Teotihuacán, donde los escamoles (*Liometopum apiculatum* Mayr, 1870 Himenóptera Formicidae.), gusanos blancos (*Aegiale heperiariis*, K. Walker, 1856 Lepidóptera Megathymidae) de agave (*Agave salmiana* Otto ex Salm-Dick) y gusanos rojos de agave, se emplean en especialidades gastronómicas locales (Miranda *et al.*, 2011) para turistas nacionales y extranjeros.

El gusano rojo de maguey es la larva de la palomilla *Comadia redtembacheri* Hammersmidt, 1848 Lepidóptera Cossidae, su nombre náhuatl es Chichitlicocuilin y el común es chinicuil o michicuil; habita en la piña (mezontete) de los magueyes (*Agave* spp.). Su longitud aproximada es 3 a 4 cm (Granados, 1993). En la industria mezcalera se usa para aromatizar al mezcal, una bebida destilada y tradicional mexicana (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006). Este insecto tiene gran demanda todo el año en la zona turística de San Juan Teotihuacán. En julio, agosto y septiembre es más abundante y es común su oferta en mercados y restaurantes preparado a la mantequilla, en salsa, asado, frito o botana (Miranda *et al.*, 2011).

En la literatura científica hay investigaciones relevantes sobre aspectos culturales, económicos, taxonómicos, composición química y nutricional de varios insectos, incluyendo el gusano rojo de maguey (Ramos-Elorduy *et al.*, 1984; Ramos-Elorduy *et al.*, 1988); pero, los reportes sobre la calidad microbiológica de insectos comestibles son escasos. Arango *et al.* (2004) realizaron un estudio microbiológico en harina de larvas de *Hermetia illuscens* L. (Diptera:Stratiomyiidae) en Colombia, mientras que Klunder *et al.* (2012) lo hicieron en larvas de harina (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) y grillos (*Acheta domesticus* Linnaeus, 1758).

Aunque existen reportes sobre la composición nutricional del gusano rojo de maguey, su calidad higiénica no se ha evaluado en platillos preparados con este gusano, tales como los comercializados en alguna zona con turismo nacional e internacional. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad higiénica de algunos platillos elaborados con gusano rojo de maguey en establecimientos de alimentos y bebidas de la zona turística de San Juan Teotihuacán, Estado de México, en las temporadas de septiembre y noviembre.

production of local cuisine specialties (Miranda *et al.*, 2011) for domestic and foreign tourists.

Red maguey or agave worms are the larva of a moth *Comadia redtembacheri* Hammersmidt, 1848 Lepidoptera Cossidae. Its Nahuatl name is “Chichitlicocuilin” and it is commonly known as “chinicuil” or “michicuil”; inhabits the “pineapple” (core of the Agave, or “mezontete”) of the maguey (*Agave* spp.). Its length is of about 3–4 cm (Granados, 1993). It is used in the Mexican traditional distilled spirit industry, to flavor it (Ramos-Elorduy *et al.*, 2006). This insect is in great demand throughout the year in the tourist area of San Juan Teotihuacan. It is more abundant in July, August and September and it is commonly offered on markets and restaurants in the area, prepared in butter sauce, roasted, or fried as a snack (Miranda *et al.*, 2011).

In the scientific literature there is significant research on the economic and cultural aspects, taxonomic, chemical and nutritional composition of various insects, including red agave worm (Ramos-Elorduy *et al.*, 1984; Ramos-Elorduy *et al.*, 1988); still, reports on the microbiological quality of edible insects are scarce. Arango *et al.* (2004) carried out a microbiological study on *Hermetia illuscens* L.; whereas larvae flour (Diptera: Stratiomyiidae) in Colombia. Klunder *et al.* (2012) did it in flour larvae (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) and crickets (*Acheta domesticus* Linnaeus, 1758).

Although there is information on the nutritional composition of red maguey worm, its hygienic quality has not been evaluated nor in prepared dishes with this worm, such as those sold in some areas with national and international tourism. The aim of this study was to determine the hygienic quality of some dishes prepared with red agave worm in local food and drink establishments in the tourist area of San Juan Teotihuacan, Estado de Mexico, during the September and November seasons.

MATERIALS AND METHODS

Sample collection

Thirty six samples of gastronomical specialties prepared with red maguey worms were bought in 18 restaurants near the tourist site of San Juan Teotihuacan, during two seasons in 2010 (one sample per establishment per season). Restaurants which prepared dishes with red agave worm were selected. The first

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras

Treinta y seis muestras de especialidades gastronómicas elaboradas con gusano rojo de maguey se compraron en 18 restaurantes de la zona turística de San Juan Teotihuacán, en dos temporadas del año 2010 (una muestra por establecimiento y por temporada). Los restaurantes se seleccionaron porque elaboraban alimentos con gusano rojo de maguey. La primer temporada fue septiembre (18 muestras), cuando abunda el insecto y se comercializa fresco; la segunda temporada fue noviembre (18 muestras) y los restauranteros usan el insecto congelado.

Las muestras se colocaron aseptícamente en bolsas de plástico tipo Ziploc[®], en una hielera con un baño de hielo, y se transportaron durante 3 horas hasta el Laboratorio del Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Las muestras se almacenaron a 4 ± 2 °C 24 h o menos, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-109-SSA1-1994 (Bienes y Servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico). Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Preparación de muestras

Las muestras se prepararon con base en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-110-SSA1-1994 (Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico) y la NOM-065-SSA1-1993 (Especificaciones sanitarias de los medios de cultivo. Generalidades). Diez gramos de cada muestra se dividieron en porciones de 1 cm de longitud, se agregaron 90 mL de solución amortiguadora de fosfatos 0.5 M a pH 7.2 esterilizada, se mantuvo 60 s en un homogeneizador Stomacher 400 (West Sussex, Reino Unido) y se obtuvieron diluciones.

Análisis microbiológicos

Recuento de mesófilos aerobios

El recuento de mesófilos aerobios se realizó con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 (Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa). Un mL de la serie de diluciones decimales se depositó en placas de Petri estériles de 90 mm de diámetro. A cada placa se añadieron 15 mL de agar esterilizado para métodos estándar (Difco, Detroit, MI, EE.UU.), a 45 °C, el medio y el inóculo se mezclaron y las placas ya solidificadas se colocaron en una incubadora (Felisa,

analyzed season was September (18 samples), when abundant insects are available and marketed fresh; the second season was November (18 samples), when the restaurateurs use frozen insects.

Samples were aseptically placed in Ziploc[®] type plastic bags in a cooler on an ice bath, and transported, during 3 h, to the Laboratory of the Department of Preventive Medicine and Public Health, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, the National Autonomous University of Mexico. Samples were stored at 4 ± 2 °C 24 h or less, according to the Mexican Official Standard NOM-109-SSA1-1994 (Goods and Services. Procedures for taking, handling and transporting food samples for microbiological analysis). All analyzes were performed by duplicate.

Sample preparation

Samples were prepared based on the Mexican Official Standards NOM-110-SSA1-1994 (Goods and Services. Preparation and dilution of food samples for microbiological analysis) and NOM-065-SSA1-1993 (Sanitary specifications of culture media. Generalities). Ten grams of each dish sample were allotted into portions of 1 cm long. Next, 90 mL of a 0.5 M sterilized phosphate buffer solution pH 7.2 were added and maintained for 60 s in a homogenizer (Stomacher 400, West Sussex, UK), from where dilutions were obtained.

Microbiologic analysis

Mesophilic aerobic bacteria count

The total mesophilic aerobic bacteria count was performed following the Official Mexican Standard NOM-092-SSA1-1994 (Goods and Services. Methods for aerobic bacteria in plaque account). One mL of the decimal dilutions series was deposited in a 90 mm diameter sterile Petri dish. To each plate 15 mL of sterilized agar for standard methods (Difco, Detroit, MI, USA) were added, at 45 °C. Next, the medium and inoculum were mixed. Plates were left to solidified and then placed in an incubator (Felisa, Model I33 Mexico), at 35 ± 2 °C for 48 h. Grown colonies were quantified on a colony counter (CCD-20; RYCSA, México); the results were assessed as colony-forming units per gram (CFU g⁻¹).

Moulds and yeasts

Yeast and moulds count was performed according to the Official Mexican Standard NOM-111-SSA1-1994 (Goods and Services. Methods for fungi and yeasts in foods account).

Modelo I33 México), a 35 ± 2 °C por 48 h. Las colonias que crecieron se cuantificaron en un cuenta colonias (CCD-20; RYCSA, México), y los resultados se registraron como UFC g^{-1} .

Hongos y levaduras

El recuento de hongos y levaduras se realizó con base en la Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994 (Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos). De una serie de diluciones decimales, 1 mL de cada dilución se depositó en placas Petri estériles de 90 mm de diámetro. A cada placa se añadieron 15 mL de agar papa dextrosa (Difco, Detroit, MI, EE.UU.) acidificado con ácido tartárico al 10 % y se mezcló el medio y el inóculo. Las placas de agar solidificado se colocaron en una incubadora (Felisa, Modelo 133, México) a 25 ± 2 °C. Después de 72 h de incubación se realizó el primer conteo de UFC g^{-1} y el segundo a las 96 h.

Coliformes totales y fecales

Este análisis se realizó con base en la Norma la Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994 (Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa) y la Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994 (Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable). El inóculo (1 mL la muestra homogeneizada en solución diluyente) se colocó en tubos con 9 mL de caldo lauril sulfato de sodio (Difco, Detroit, MI, EE.UU.) y se incubó a 35 ± 2 °C, entre 24 y 48 h. Muestras de los tubos en los que se acumuló gas, en las campanas de Durham, se sembraron en caldo para *Escherichia coli* Migula 1895 (Difco, Detroit, MI, EE.UU.) e incubados a 44.5 ± 2 °C en baño María, durante 24 a 48 h.

Detección de *Salmonella* spp.

Para detectar *Salmonella* spp. se aplicó el método descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. A la muestra (25 g) en condiciones estériles se añadieron 225 mL de caldo lactosado (Difco, Detroit, MI, EE.UU.), como medio de pre-enriquecimiento, se homogeneizó 1 min y se incubó 24 h a 35 ± 2 °C. Un mL de líquido homogeneizado se depositó en tubos con 10 mL de caldo tetrionato (Difco, Detroit, MI, EE.UU.) o 10 mL de caldo selenito-cistina (Difco, Detroit, MI, EE.UU.). Los tubos se incubaron a 35 ± 2 °C por 24 h. Después del enriquecimiento, cada muestra se sembró en una placa con agar bismuto-sulfito, agar entérico Hektoe y agar XLD (Difco, Detroit, MI, USA), se incubaron 24 h a 37 ± 2 °C y las colonias se contabilizaron. En las colonias sospechosas se

From the series of decimal dilutions, 1 mL of each dilution was deposited in 90 mm diameter sterile Petri dishes. To each plate, 15 mL of potato dextrose agar (Difco, Detroit, MI, USA) acidified with 10 % tartaric acid (JT Baker, México) were added. The medium and inoculum were then mixed. Solidified agar plates were placed in an incubator (Felisa, Model 133, Mexico) at 25 ± 2 °C. After 72 h of incubation, the first CFU g^{-1} count was performed, the second at 96 h.

Total and fecal coliforms

This analysis was performed based on the Official Mexican Standard NOM-113-SSA1-1994 (Goods and Services. Method for total coliforms plaque count) and the Mexican Official Standard NOM-112-SSA1-1994 (Goods and services. Determination of coliform bacteria. Most probable number technique). One milliliter of inoculum sample, homogenized in diluent solution, was placed in 9 mL tubes containing sodium sulfate lauryl broth (Difco, Detroit, MI, USA) and incubated at 35 ± 2 °C, between 24 and 48 h. Samples of tubes in which gas accumulated in the Durham bells, were re-sowed in *Escherichia coli* Migula 1895 broth (Difco, Detroit, MI, USA), and incubated at 44.5 ± 2 °C in water bath, for 24 to 48 h.

Detection of *Salmonella* spp.

To detect *Salmonella* spp. the method described by the Mexican Official Standard NOM-114-SSA1-1994 (Goods and services. Method for *Salmonella* determination in food) was followed. Two hundred and twenty five mL of lactose broth (Difco, Detroit, MI, USA) were added, as broth of pre-enrichment, to the samples (25 g), in sterile conditions. These were homogenized for 1 min and then incubated at 35 ± 2 °C for 24 h. One mL samples of homogenized liquid were deposited in tubes containing 10 mL of tetrathionate broth (Difco, Detroit, MI, USA) or 10 mL of selenite-cystine broth (Difco, Detroit, MI, USA). The tubes were incubated at 35 ± 2 °C for 24 h. After the enrichment, each sample was sowed on plates with bismuth - sulfite agar, Hektoe enteric agar and XLD agar (Difco, Detroit, MI, USA). The samples were then incubated at 37 ± 2 °C for 24 h when the colonies were surveyed. The suspected colonies underwent the LIA (Lysine iron agar) and TSI (Triple sugar iron) biochemical tests (Difco, Detroit, MI, USA).

Data analysis

Yeast, fungi and mesophilic colony-forming units per gram (CFU g^{-1}) counts were analyzed with descriptive statistics and the Wilcoxon signed-ranks test. The statistical analyses were

realizaron las pruebas bioquímicas LIA (*Agar lisina hierro*) y TSI (*Triple sugar iron*) (Difco, Detroit, MI, USA).

Análisis de los datos

Con los datos de UFC g^{-1} de levaduras, hongos y mésofilos se realizó estadística descriptiva y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Se empleó el programa estadístico Minitab versión 16.1.0; los pares fueron las determinaciones de septiembre y de noviembre en cada establecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversos insectos presentan un contenido elevado de proteínas de calidad biológica alta, minerales (Ramos-Elorduy *et al.*, 1998), fibra, vitaminas (Ramos-Elorduy y Pino, 2001) y su aporte calórico también puede ser alto (Ramos-Elorduy y Pino, 1990); su contribución a la biodiversidad ambiental y las ventajas ecológicas son importantes. Por lo anterior, la práctica de la entomofagia o antropontomofagia (consumo de insectos o sus derivados por los humanos) (Costa-Neto y Ramos-Elorduy, 2006), puede ser un factor para favorecer la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental en el mundo (Belluco *et al.*, 2013; Van Huis *et al.*, 2013). Además, el consumo de insectos parece que aumenta en turistas en el mundo, especialmente en los interesados en el turismo ecológico, el cual incluye algunas experiencias que reflejen el modo tradicional de vida de las comunidades visitadas, incluyendo la recolección y preparación de alimentos (Yen *et al.*, 2013).

Según datos del Instituto Nacional de Antropología e Historia de México (INAH), en 2011 la zona arqueológica de Teotihuacán, México recibió 2 millones 234 439 visitantes; 77 % fueron nacionales (INHA, 2012). Un número indeterminado de estos consumió alimentos de la zona, incluyendo especialidades gastronómicas con ingredientes locales, como insectos comestibles, entre los que está el gusano rojo de maguay.

Belluco *et al.* (2013) señalan que los insectos pueden albergar diferentes bacterias patógenas y consideran que las investigaciones se han limitado a los insectos clasificados como plagas agrícolas y ganaderas, como el escarabajo oscuro (*Zoophobas morio*) y las moscas. Por su parte Klunder *et al.* (2012) realizaron análisis microbiológicos a la larva de la harina (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) y a grillos (*Acheta*

performed with the Minitab version 16.1.0 statistical software; pairs were the determinations from September and November in each establishment.

RESULTS AND DISCUSSION

Various insects have high protein content of high biological quality, minerals (Ramos-Elorduy *et al.*, 1998), fiber, vitamins (Ramos-Elorduy and Pino, 2001) as well as their caloric intake can also be high (Ramos-Elorduy and Pino, 1990); their contribution to biodiversity and ecological advantages are important. Therefore, the practice of entomophagy or anthropoentomophagy (consumption of insects or their derivatives by human) (Costa-Neto and Ramos-Elorduy, 2006) may be a factor to promote food security and environmental sustainability in the world (Belluco *et al.*, 2013; Van Huis *et al.*, 2013). In addition, the consumption of insects is increasing among tourists in the world, especially those interested in ecotourism, which includes experiences that reflect the traditional way of life of the visited communities, including recollection and food preparation (Yen *et al.*, 2013).

According to the Mexican National Institute of Anthropology and History (INAH) in 2011 the archaeological site in Teotihuacan, Mexico, received 2 million 234 439 visitors; 77 % of them were Mexican nationals (INHA, 2012). An unknown number of them consumed local cuisine, which includes culinary specialties prepared with local ingredients, such as edible insects, the red maguay worm among them.

Belluco *et al.* (2013) suggest that insects can accommodate different pathogenic bacteria and consider that research has been limited to those insects classified as agricultural or livestock pests, such as the darkling beetle (*Zoophobas morio*) and flies. Klunder *et al.* (2012) carried out microbiological analysis in flour larvae (*Tenebrio molitor*, Linnaeus, 1758) and crickets (*Acheta domesticus*, Linnaeus, 1758) fresh, boiled, grilled and then stored (refrigerated and room temperature). In fresh insects, enterobacteria and spore forming bacteria were isolated, which were generally from non-pathogenic species. These authors point out that high temperatures reduced the microbial load, mainly from the Enterobacteriaceae family. They also detected spores, which probably came from the ground and were not fully

domesticus, Linnaeus, 1758) frescos, hervidos, asados y después almacenados (en refrigeración y temperatura ambiente). En los insectos frescos aislaron enterobacterias y bacterias formadoras de esporas, que en general, no pertenecen a especies patógenas. Estos autores mencionan que las temperaturas altas redujeron la carga microbiana, principalmente de la familia Enterobacteriaceae, y detectaron esporas que probablemente provenían del suelo y no se eliminaron todas, aún con ebullición, por lo cual sugieren que los insectos sean manejados con cuidado.

En la literatura se encontró solo un estudio sobre la calidad microbiológica del insecto cuchamá (*Paradirphia fumosa* R. Felder & Rogenhofer, 1874) preparado en harina, el cual se usa con fines culinarios en la mixteca poblana, México (Navarro-Cruz *et al.*, 2011). Ese producto presentó niveles de mesófilos aerobios, hongos, levaduras y coliformes totales menores a 10 UFC g⁻¹, lo cual fue menor a los límites de la NOM-147-SSA-1996.

Los restaurantes de la zona arqueológica de Teotihuacán preparan los gusanos rojos de maguey: 1) fritos con mantequilla o aceite; 2) cocinados con ajo (*Allium sativum* L. 1753), cebolla (*Allium cepa* Alef.), chile serrano (*Capsicum annuum* L. 1753), perejil (*Petroselinum sativum* (Mill.) Fuss), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) o cilantro (*Coriandrum sativum* L.); 3) asados y 4) en salsa con tomates (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem; 1819), cebolla, ajo, chile verde serrano y cilantro. Por lo general se sirven con frijoles (*Phaseolus vulgaris* L. 1753) refritos, guacamole, nopales (*Opuntia* spp.) y tortillas (Cuadro 1).

El recuento de microorganismos indicadores en las muestras analizadas se basó en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994 (Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos). Aunque dicha norma está derogada, se usó porque la versión actualizada (Norma Oficial Mexicana vigente NOM-251-SSA1-2009; Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios) no indica límites máximos permisibles de microorganismos indicadores en alimentos.

La cantidad de mesófilos aerobios en las 18 muestras del primer muestreo fue 30 a 27 000 UFC g⁻¹, y en el segundo 15 a 71 000 UFC g⁻¹. Los valores de mesófilos aerobios no rebasaron el límite máximo (150 000 UFC g⁻¹) señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994.

eliminated even after boiling, so they suggest that insects should be carefully handled.

Only one study on the microbiological quality of the “Cuchamá” insect (*Paradirphia fumosa* R. Felder & Rogenhofer, 1874) prepared in flour, which is used for culinary purposes in the Mixteca of Puebla, Mexico (Navarro-Cruz *et al.*, 2011), was found in the literature reviewed. That product showed levels of mesophilic aerobic bacteria, fungi, yeasts and total coliforms of less than 10 CFU g⁻¹, which was below the limits of the NOM-147-SSA-1996.

The restaurants nearby to the archaeological site of Teotihuacán prepare red maguey worms: 1) fried in butter or oil; 2) cooked with garlic (*Allium sativum* L. 1753), onion (*Allium cepa* Alef.), serrano peppers (*Capsicum annuum* L. 1753), parsley (*Petroselinum sativum* (Mill.) Fuss), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) and coriander (*Coriandrum sativum* L.); 3) roasts and 4) in sauce with tomatoes (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem; 1819), onion, garlic, green serrano peppers and coriander. They are usually offered with refried beans (*Phaseolus vulgaris* L. 1753), guacamole, nopal (*Opuntia* spp.) and tortillas (Table 1).

The count of indicator organisms in the analyzed samples was based on the Mexican Official Standard NOM-093-SSA1-1994 (Goods and services. Hygiene and sanitation practices in the preparation of food offered in fixed establishments). Although, it is currently dismissed, it was used because the updated version (Mexican Official Standard NOM-251-SSA1-2009; Hygienic practice for food processing, beverages or supplements) does not set a maximum permissible of indicator microorganisms limit in food.

The amount of aerobic mesophilic of the 18 samples from the first assessment was 30-27 000 CFU g⁻¹, and in the second 15-71 000 CFU g⁻¹. Aerobic mesophilic values did not exceed the maximum limit (150 000 CFU g⁻¹) stated in the Mexican Official Standard NOM-093-SSA1-1994.

The number of mesophilic aerobic bacteria could be influenced by the way the food is prepared. Thus, in the first assessment, some samples of fried red worms in oil had a lower microbial count (30-200 CFU g⁻¹) that those fried in butter (330 CFU g⁻¹). This could be because the temperatures with the oil are greater than in butter. Roasted red worms, without further ingredients, presented between 480

Cuadro 1. Características de los alimentos preparados con gusano rojo de maguay (*Comadia redtembacheri* H.) en la zona turística de San Juan Teotihuacán, México.**Table 1. Characteristics of foods prepared with red agave worm (*Comadia redtembacheri* H.) in the turistic area of San Juan Teotihuacan, Mexico.**

Características de la preparación	Número de establecimiento
Fritos con mantequilla	1
Fritos en aceite	6, 12 y 17
Asados	7, 11 y 15
Cocinados y sazonados con cebolla acitronada en aceite, chile serrano y cilantro	5, 9, 10, 13, 14, 16 y 18
Salteados con mantequilla, cebolla acitronada y chile serrano	15
Salteados con cebolla epazote y chile serrano	3
Salsa verde cocida de tomate cilantro, chile serrano, cebolla y ajo	8
Gusanos rojos crudos sin ningún tipo de preparación	4

El número de mesófilos aerobios podría estar influenciado por la preparación de los alimentos. Así, en el primer muestreo, algunas muestras de gusanos rojos fritos en aceite presentaron una cuenta microbiana menor (30 a 200 UFC g⁻¹) que las fritas con mantequilla (330 UFC g⁻¹). Esto podría deberse a que las temperaturas con el aceite son mayores que con mantequilla. Los gusanos rojos asados, sin más ingredientes, presentaron 480 a 2800 UFC g⁻¹. Al respecto, el asado correcto de los alimentos dependerá del tiempo del procedimiento y de las temperaturas que se alcancen en el interior de éstos. En las muestras preparadas con ajo, cebolla, cilantro, epazote, chile serrano y tomate, la presencia de mesófilos aerobios varió de 150 a 1300 UFC g⁻¹. Se esperaba que los gusanos de maguay fritos en aceite presentaran cuentas microbianas menores que los preparados con otros ingredientes, y que podrían contribuir a la contaminación de la muestra, pero no fue así. Esto se puede deber a la combinación de factores como el método, tiempos y temperaturas de cocción, los ingredientes adicionados y la calidad de las materias primas empleadas.

Las muestras del establecimiento 4, del primer muestreo, fueron gusanos rojos frescos y crudos, y en el segundo fueron congelados y crudos; el número mesófilos aerobios fue 27 000 y 800 UFC g⁻¹ en el primer y segundo muestreo, respectivamente. Lo anterior confirmó que la congelación, aunque no es un método de conservación cuya finalidad sea destruir microorganismos, sí disminuyó su número. En contraste, las muestras preparadas con gusanos rojos congelados, no mostraron cuentas microbianas menores. Esto pudo resultar de la falta de higiene durante la preparación de los alimentos.

and 2800 CFU g⁻¹. In this regard, proper food roast depends on the time required for the procedure and the temperatures inside it. In samples prepared with garlic, onion, coriander, epazote, serrano peppers and tomato, the presence of mesophilic aerobic bacteria varied between 150 and 1300 CFU g⁻¹. The maguay worms fried in oil were expected to have a lower microbial count than those prepared with other ingredients, which could contaminate the samples, but this was not the case. This might be the result of a combination of factors such as the method, time and cooking temperature, the added ingredients and quality of raw materials used in their preparation.

The samples from establishment 4, from the first sampling, were fresh and raw red worms, and in the second were frozen and raw; in those samples the aerobic mesophilic number was of 27 000 and 800 CFU g⁻¹ in the first and second sampling, respectively. This confirmed that freezing, although not a preservation method intended to destroy microorganisms, does decreased their number. In contrast, samples prepared with frozen red worms did not show lower microbial counts. This might be the result of poor hygiene during food preparation.

During November, mesophilic aerobic bacteria were more abundant. This could be due to inadequate freezing of the worms. The great variability of the results in November may be because there is no standardized methodology for freezing worms used by all restaurateurs (Table 2). In this regard, owners lack techniques, infrastructure and appropriate technology to adequately freeze and store the worms and other goods. The red maguay worms, after being collected, are washed with water to remove soil

En noviembre los mesófilos aerobios fueron más abundantes. Esto pudo deberse a una congelación inadecuada de los gusanos. La gran variabilidad de los recuentos de noviembre puede deberse a que no existe una metodología estandarizada que sea usada por todos los restauranteros (Cuadro 2). Al respecto, los propietarios carecen de técnicas, infraestructura y tecnología adecuadas para realizar la congelación y almacenamiento adecuado del gusano y otras materias primas. Los gusanos rojos de maguey, después de su recolección se lavan con agua potable para eliminar residuos de tierra, y se congelan y almacenan en congeladores domésticos. Éstos, a diferencia de los congeladores usados por las grandes cadenas y franquicias de alimentos y bebidas, carecen del control y monitoreo estricto de la temperatura.

La prueba de rangos con signo de Wilcoxon no mostró diferencia estadística significativa ($p=0.407$) en la presencia de mesófilos aerobios entre los dos periodos de muestreo, independientemente de la diferencia muestral entre los promedios. Esto podría deberse a la presencia de algunos valores extremos.

Todas las muestras de ambas temporadas estuvieron libres de coliformes totales y fecales. Este resultado muestra que la recolección, comercialización y preparación del producto y otras materias primas son adecuados.

Arango *et al.* (2004) evaluaron los niveles de microorganismos indicadores y patógenos en harina de larvas de *H. illuscens* L. (Diptera:Stratiomyidae), de acuerdo con la normatividad colombiana (Norma Colombiana ICA No. Dip-30-100-003). Ellos concluyeron que la harina tenía calidad microbiológica aceptable, porque los recuentos de mesófilos aerobios y *Clostridium* spp. estaban dentro de los intervalos permitidos por la norma.

Los conteos (UFC g^{-1}) de levaduras y hongos presentaron promedio y variabilidad mayores en

residuos, and then frozen and stored in home freezers. Unlike the freezers used by large super markets and food and beverage franchises, these lack control and strict temperature monitoring.

The Wilcoxon signed-ranks test showed no significant statistical difference ($p=0.407$) in the presence of aerobic mesophilic between both sampling periods, regardless of the difference between the samples average. This could be due to the presence of outliers caused by exceptional unidentified situation.

All samples from both seasons were free of total and fecal coliforms. This result shows that the recollection, marketing and product preparation of the food and other raw materials are suitable.

Arango *et al.* (2004) evaluated the levels of indicator organisms and pathogens in flour of larvae *H. illuscens* L. (Diptera: Stratiomyidae) following the Colombian normativity (Colombian ICA Standard No. Dip-30-100-003). They concluded that the flour had acceptable microbiological quality, because the mesophilic aerobic and *Clostridium* spp. were within the ranges allowed by the norm.

The assessment of yeast and fungi showed higher statistical mean and variability in November than in September (Table 3). The minimum yeast count was 10 in September and November.

The standard deviation was also higher in the samples obtained in November. The average and maximum count of moulds was higher in the November samples. This could also be associated with the time and storage conditions of the frozen red maguey worms. In this sense, moulds and yeasts can grow in frozen food when stored in inadequate conditions. However, according Orberá (2004), the group yeasts that adversely associate with food is low: about 25 % of the identified species, of which only a low percentage might be harmful.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos del recuento de mesófilos aerobios (UFC g^{-1}) en alimentos preparados con gusano rojo de maguey (*Comadia redtembacheri* H.) que se venden en la zona turística de San Juan Teotihuacán, México.

Table 2. Descriptive statistics of the mesophilic aerobic bacteria count (CFU g^{-1}) in foods prepared with red agave worm (*Comadia redtembacheri* H.) sold in the touristic area of San Juan Teotihuacan, Mexico.

Mes de muestreo	n	Valor promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Septiembre	18	2037.22	6264.62	30	27000
Noviembre	18	4295.55	16650.00	15	71000

noviembre que en septiembre (Cuadro 3). El recuento mínimo de levaduras fue 10, en septiembre y noviembre.

La desviación estándar también fue mayor en las muestras obtenidas en noviembre. El recuento de hongos promedio y máximo fue mayor en las muestras de noviembre. Esto también podría estar asociado al tiempo y las condiciones de almacenamiento en congelación de los gusanos rojos de maguey. Los hongos y las levaduras pueden desarrollarse en alimentos congelados cuando se almacenan en condiciones inadecuadas. Sin embargo, según Orberá (2004), el grupo de levaduras que se asocia perjudicialmente a los alimentos es reducido: alrededor del 25% de las especies identificadas, de las cuales un porcentaje muy bajo es dañino.

La prueba de rangos con signo de Wilcoxon no mostró diferencia estadística significativa en los conteos de hongos ($p=0.180$) y levaduras ($p=0.225$) entre los dos periodos muestreados (Cuadro 3).

Determinación de *Salmonella* spp.

Los resultados del análisis microbiológico de *Salmonella* spp. en las muestras de los 18 platillos no mostró presencia de esos microorganismos en los dos periodos de muestreo. Esto indica que los platillos analizados se prepararon higiénicamente y que las técnicas de cocción usadas en la zona turística de San Juan Teotihuacán, permiten que la muestra se mantenga con calidad microbiológica aceptable.

La ausencia de *Salmonella* spp. y *E. coli* en harina de larvas de *H. illuscens* L. (Diptera:Stratiomyiidae) fue mostrada por Arango *et al.* (2004). Ellos indican que la cutícula del cuerpo de los insectos posee sustancias antibacteriales, y por ello el desarrollo de

The Wilcoxon signed-ranks test showed no significant statistical difference in the moulds counts ($p=0.180$) and yeast ($p=0.225$), between the two sampled periods (Table 3).

Detection of *Salmonella* spp.

The results of *Salmonella* spp. microbiological analysis in samples of 18 dishes showed no presence of these microorganisms in both sampling periods. This indicates that the analyzed food was hygienically prepared and that the cooking techniques used in the touristic area in San Juan Teotihuacan, allow an acceptable microbiological quality.

The absence of *Salmonella* spp. and *E. coli* in *H. illuscens* L. (Diptera: Stratiomyiidae) larvae flour was shown by Arango *et al.* (2004). They indicate that the cuticle of insects body possesses antibacterial substances, and therefore the growth of pathogenic microorganisms is limited. This may contribute to the low levels of indicator microorganisms and inhibit the presence of *Salmonella* in the analyzed samples.

CONCLUSIONS

This study shows that dishes prepared with red agave worm (*Comadia redtembacheri* H.) sold in the tourist site of San Juan Teotihuacan have an adequate hygienic quality.

The application of appropriate practices during the entire chain of production, collection, preservation, preparation and marketing of the red maguey worm should be maintained or improved to maintain the microbiological quality of the culinary preparations that have brought fame to San Juan Teotihuacan.

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos para el número de UFC g^{-1} de levaduras y hongos en alimentos preparados con gusano rojo de maguey (*Comadia redtembacheri* H.) que se comercializan en la zona turística de San Juan Teotihuacán, México.

Table 3. Descriptive statistics for the number of yeasts (CFU g^{-1}) and mould in foods made with red agave worm (*Comadia redtembacheri* H.) sold in the touristic area of San Juan Teotihuacan, Mexico.

Mes de primer y segundo muestreo levaduras / hongos	n	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Levaduras septiembre	18	20.00	35.64	10	160
Levaduras noviembre	18	225.55	729.37	10	3100
Hongos septiembre	18	0	0	10	0
Hongos noviembre	18	111.56	421.47	10	1800

microorganismos patógenos es limitado. Esto pudo contribuir a los niveles bajos de microorganismos indicadores e inhibir la presencia de *Salmonella* en las muestras analizadas.

CONCLUSIONES

Este estudio muestra que los platillos elaborados con gusano rojo de maguey (*Comadia redtembacheri* H.) vendidos en la zona turística de San Juan Teotihuacán poseen calidad higiénica aceptable.

La aplicación de prácticas higiénicas adecuadas durante toda la cadena de recolección, conservación, preparación y comercialización del gusano rojo de maguey debe mantenerse o perfeccionarse para mantener la calidad microbiológica aceptable de las preparaciones culinarias que le han dado fama a San Juan Teotihuacán.

Atender la calidad microbiológica de los alimentos ofrecidos al público podría ayudar a mantener o incrementar la actividad del turismo gastronómico en la zona.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT-México) por la beca otorgada a Beverly Ramos Rostro y a la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México por su apoyo financiero otorgado para llevar a cabo este estudio a través del Grupo de Investigación Académica "Alimentación, Cultura y Sociedad" de la Facultad de Turismo y Gastronomía.

LITERATURA CITADA

Amuquandoh, F. E. 2011. International tourists' concerns about traditional foods in Ghana. *J. Hosp. Tour. Manage.* 18: 1-9.

Arango, G. G. P., R. R. A., Vergara, and V. H. Mejía. 2004. Análisis composicional, microbiológico y digestibilidad de la proteína de harina de larvas de *Hermetia illucens* L (Diptera:Stratiomyidae) en Angelópolis-Antioquia, Colombia. *Rev. Fac. Nacl. Agron. Medellín* 57: sin número (Consulta: agosto de 2014).

Belluco, S., C. Losasso, M. Maggiolett, C. C. Alonzi, M. G. Paoletti, and A. Ricc. 2013. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comp. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12: 296-313.

Costa, N. E. M y Ramos-Elorduy J. 2006. Los insectos comestibles de Brasil: etnicidad, diversidad e importancia en la alimentación. *Bol. Soc. Entomol. Aragonesa* 1: 423-442.

Taking care of the microbiological quality of the food offered to the public could help to maintain or increase gastronomic tourism activities in the area.

—End of the English version—



CDC (Centers of Disease Control and Prevention). 2006. Travelers' Diarrhea. http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/travelersdiarrhea_g.htm. (Consulta: agosto de 2014).

Granados D. S. 1993. Los Agaves en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 252 p.

INAH. (Instituto Nacional de Antropología e Historia). 2012. Supera turismo cultural 18 millones de visitantes. <http://www.inah.gob.mx/boletines/5-actividades-culturales/5532-supera-turismo-cultural-18-millones-de-visitantes> (Consulta: agosto de 2014).

Klunder, H. C., J. Wolkers-Rooijackers, J. M. Korpela, and M. Nout 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control* 26: 628-631.

Miranda, R. G., B. Quintero-Salazar, R. B. Ramos, y H. A. Olgún-Arredondo. 2011. La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *PASOS: Rev. Turismo Patrimonio Cultural* 9: 81-100.

Navarro-Cruz, A. R., S. R. Ávila-Sosa, P. Aguilar-Alonso, O. Vera-López, y R. Dávila-Márquez. 2011. Estudio de la composición nutricional de cuchama (*Paradirphia fumosa*) de la mixteca poblana. *Cienc. Mar* XV: 13-21.

Onyango, A.O, E. U Kenya, J. Mbithi, and M. O. Ng'ayo. 2009. Pathogenic *Escherichia coli* and food handlers in luxury hotels in Nairobi, Kenya. *Travel Med. Infect. Dis.* 7: 359-366.

Orberá, T. M. 2004. Acción perjudicial de las levaduras sobre los alimentos. *Revista Cubana Salud Pública* 30: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662004000300016&lng=es&nrm=iso (Consulta: agosto de 2014).

Ramos-Elorduy, J. 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, México and some measures to preserve them. *J. Ethnobiol.* 2: 1-10.

Ramos-Elorduy, J., J. J. Muñoz, y J. M. Pino. 1998. Determinación de minerales en algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 42: 18-33.

Ramos-Elorduy, J., y J. M. Pino. 1990. Contenido calórico de algunos insectos comestibles de México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 34: 56-68.

Ramos-Elorduy, J., y J. M. Pino. 2001. Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles en México. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 45: 66-67.

Ramos-Elorduy, J., and Pino J. M. 2002. Edible insects of Chiapas, Mexico. *Ecology and Food Nutrition* 41: 271-299.

Ramos Elorduy, J.; M. J. M. Pino y M. Conconi. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomol. Mex.* 45: 291-318.

- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino, P. E. Escamilla, P. M. Alvarado, O. J. Lagunez, and de G. O. Ladrón. 1997. Nutritional value of edible insects from Oaxaca state, México. *J. Food Compos. Anal.* 10: 142-157.
- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino, C. Márquez, F. Rincón, M. Alvarado, E. Escamilla, y H. Bourges. 1984. Protein content in some edible insects in México. *J. Ethnobiol.* 4: 61-72.
- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino, y J. Morales de León 2002. Análisis químico proximal, vitaminas y nutrimento inorgánicos de insectos consumidos en el estado de Hidalgo México. *Folia Entomol. Mex.* 41: 15-29.
- Ricolfe, J. S., B. R. Merino, S. V. Marzo, M. T. Rabadan, y C. Martínez. 2008. Actitud hacia la gastronomía local de los turistas: dimensiones y segmentación de mercado. *Pasos, Rev. Tur. Patrim. Cult. Núm. Especial Turismo Gastronómico y Enoturismo* 6: 189-198.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1993. NOM-065-SSA1-1993. Establece las especificaciones de los medios de cultivo. Generalidades. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 27 de febrero de 1995. México, D.F. 4 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de noviembre de 1995. México, D. F. 7 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-093-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 27 p. Derogada.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1994. Proyecto NOM-109-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 26 de mayo de 1994. México. D.F. 5 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 6 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 6 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 16 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-113-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 7 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 1995. NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 10 de mayo de 1995. México. D.F. 27 p.
- SE-DGN (Secretaría de Economía-Dirección General de Normas). 2009. NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Secretaría de Economía, Dirección General de Normas. México, 8 de diciembre de 2009. México. D.F. 24 p.
- Van Huis, A., J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir, y P. Vantomme. 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper no. 171*. Roma, Italia, 201 p.
- Viesca, G. F. C., G. V. D. Barrera, y O. A. J. A. Juárez. 2012. La recolección, venta y consumo de insectos en Toluca, México y sus alrededores. *Rev. Rosa Dos Ventos* 4: 208-221.
- Yen, A. L., Y. Hanboonsoong, and A. R. Van Huis. 2013. Capítulo 11: The Role of edible insects in human recreation and Tourism. *In: The Management of Insects in Recreation and Tourism*. Harvey L.H (Editor). Cambridge University Press. Reino Unido. pp: 169-197.