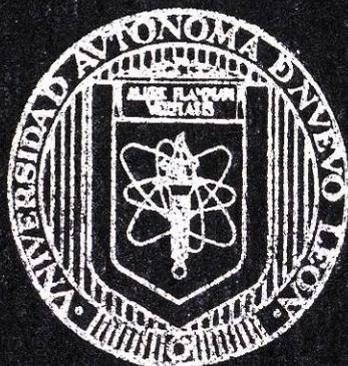


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS



ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONTENIDO  
PROTEÍNICAMENTE ENTRE DOS ORDENES DE  
ARTROPODOS DEL NORESTE DE MÉXICO (*Orthoptera* y  
*Arachnida*) Y GRUPO CARNÍCO (*Artiodactyla*) COMO  
ALTERNATIVA DE COMPLEMENTO ALIMENTICIO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

PRESENTA:

ALEJANDRA PACHECO ORDAZ

CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON

DICIEMBRE 2010

TL  
TX388  
.I5  
P33  
2010  
c.1

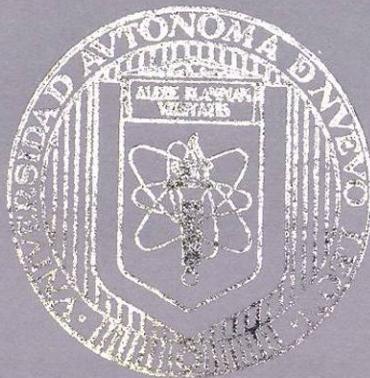


1080194593

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS



ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONTENIDO  
PROTEÍNICAMENTE ENTRE DOS ORDENES DE  
ARTROPODOS DEL NORESTE DE MÉXICO (*Orthoptera* y  
*Arachnida*) Y GRUPO CÁRNICO (*Artiodactyla*) COMO  
ALTERNATIVA DE COMPLEMENTO ALIMENTICIO

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

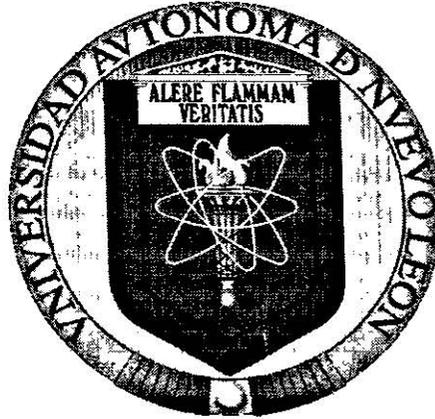
PRESENTA:

ALEJANDRA PACHECO ORDAZ

CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON

DICIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA DE INVERTEBRADOS**



**Análisis comparativo del contenido proteínico entre dos órdenes de artrópodos del noreste de México (Orthoptera y Arachnida) y grupo cárnico (Artiodactyla) como alternativa de complemento alimenticio.**

**TESIS**  
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

**P R E S E N T A**

**ALEJANDRA PACHECO ORDAZ**

**Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León**  
**Diciembre 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA DE INVERTEBRADOS**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CONTENIDO PROTEÍNICÓ ENTRE DOS  
ÓRDENES DE ARTRÓPODOS DEL NORESTE DE MÉXICO (ORTHOPTERA Y  
ARACHNIDA) Y GRUPO CÁRNICO (ARTIODACTYLA) COMO ALTERNATIVA  
DE COMPLEMENTO ALIMENTICIO.**

**T E S I S**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**

**P R E S E N T A**

**ALEJANDRA PACHECO ORDAZ**

**APROBADA  
H. COMISION DE TESIS**



---

**Presidente  
Dr. Carlos Solís Rojas**



---

**Secretario  
Dr. Humberto Quiroz Martínez**



---

**Vocal  
Dr. Carlos Leonel García Díaz**



---

**Suplente  
Dr. Gabino Rodríguez Almaraz**

## INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Antecedentes	6
4. Justificación	16
5. Objetivos	17
6. Hipótesis	17
7. Material y métodos	18
7.1 Material	18
7.2 Preparación de la muestra	18
7.3 Análisis de proteína	19
7.4 Análisis de extracción de quitina y evaluación de la proporción de nitrógeno proveniente de la quitina	20
7.5 Análisis de digestibilidad	22
8. Resultados	23
Tabla 1. Resultados en base húmeda de las tres muestras analizadas	25
Tabla 2. Resultados en base seca (harina) de las tres muestras analizadas	25
9. Discusión	26
10. Conclusión	27
11. Literatura citada	28

## 1. RESUMEN

Algunas especies de insectos y otro tipo de artrópodos han sido consumidos como alimento en México desde la época Prehispánica, así como también en otras partes del mundo. Los artrópodos se consideran el alimento del futuro, ya que, la entomofagia en humanos puede contribuir significativamente a una mejor alimentación en lugares con escasos recursos y bajos niveles de nutrición, así mismo, ayudaría a reducir los impactos adversos de la producción ganadera. Los artrópodos se han estudiado anteriormente y se ha encontrado un alto valor nutricional en ellos, ya que son una fuente importante de proteínas, aún mayor o igual a las fuentes de proteína convencionales como lo son, la de res y de pollo. En este trabajo de investigación, se analizó el porcentaje total de proteína y la digestibilidad de esta proteína obtenida del prosoma de tarántula *Brachypelma vagans* (Araneae: Theraphosidae), ya que no existen reportes de análisis en México sobre estos arácnidos. Además, se obtuvo una comparación con otro grupo de invertebrados específicamente de *Gryllus assimilis* y carne de ganado vacuno *Bos taurus*.

## ABSTRACT

Some species of insects and other types of arthropodans have been consumed as food in many parts of the world as well as in México since the Pre-Hispanic age. Arthropodans are considered the food of the future, due to the fact that entomophagy in humans can significantly contribute to feed people that live in developing countries and have low levels of nutrition. This would also help to reduce the adverse impacts of livestock production. This invertebrates have been studied previously and a high nutritional value has been found in them since they are an important source of proteins, greater or equal to the conventional protein sources such as chicken and beef. In this study, the total percentage of protein as well as digestibility from a sample of prosoma of the tarantula *Brachypelma vagans* (Araneae: Theraphosidae) was analyzed. Furthermore, a comparison was obtained with other group of invertebrates, specifically *Gryllus assimilis* and beef, *Bos Taurus*.

## 2. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista biológico, las arañas constituyen el orden más importante y numeroso en especies actuales de la clase Arachnida. Se conocen actualmente 41,719 especies a nivel mundial, pertenecientes a 3,802 géneros y 109 familias (*Platnick, 2010*). En México se han encontrado, hasta el momento, representantes de 62 familias, 413 géneros y de 2,506 especies (*Jiménez, 1996*). Para México estas cifras están muy por debajo de lo que debe ser la realidad, pues tan sólo para nuestro país falta mucho por coleccionar y conocer de la fauna aracnológica. Esto se deduce de las numerosas y frecuentes especies nuevas que se continúan describiendo cada vez que se colecta en alguno de los estados de la República Mexicana.

Los insectos y otros artrópodos constituyen el grupo zoológico que ha dominado en la Tierra formando grandes masas de materia viva; ellos constituyen las cuatro quintas partes del Reino Animal, gracias en buena parte, a su gran potencial reproductivo y si son aprovechados en forma sistemática, constituyen una confiable fuente de alimentación ya que cumplen con dos características cruciales: ser suficientemente numerosos y ser aceptablemente comestibles (*Ramos, 1987*).

Los insectos y quizá otro grupo de artrópodos como el caso de algunos arácnidos, constituyen una ilimitada fuente de proteína animal que está totalmente desaprovechada y con ésta se podrá asegurar un consumo alimenticio de acuerdo con los requisitos biológicos para una nutrición aceptable.

La alza del costo de los alimentos, la reducción de las reservas mundiales de alimentos, la reducción de las tierras, la deforestación de los bosques tropicales para la práctica de la agricultura y la cría de ganado, además, la estabilización en el aumento de los rendimientos en la agricultura, la desnutrición y el hambre, son temas de gran preocupación que se deben a la alta tasa de crecimiento anual de la población mundial, y con esto, nos vemos en la necesidad de encontrar alternativas diversas que en

comparación con el empleo de proteína animal tradicional, también aporte una solución a la alimentación de la población.

Debido a la actividad reproductiva de los artrópodos, muchas de las personas que practican la entomofagia indican que los insectos deben ser el alimento del futuro y que además, los insectos son nutricionalmente superiores a muchas otras fuentes de proteína como la carne de res y el pollo.

Además de su elevado contenido de proteína, los insectos son abundantes y variados (alrededor de 1,500 especies se han declarado comestibles) y requieren menos espacio para producirlos. Otras ventajas son la facilidad para ser capturados, no necesitan refrigeración para su conservación, se pueden mantener sólo en seco y al recolectar insectos como alimento se podría reducir la necesidad de utilizar pesticidas químicos como control de plagas. Los insectos podrían ser también una nueva alternativa para pequeños agricultores como fuente de trabajo.

En muchos lugares del mundo, principalmente en México, en la cuenca del Amazonas, al sudoeste de Asia y países de África se practica la entomofagia ya que son zonas donde los recursos son escasos y donde la única fuente de proteína disponible son larvas de palma, termitas, escarabajos, hormigas, tarántulas, avispa, entre otros. La deficiencia más preocupante en la dieta de estas personas son las proteínas, ya que éstas son la principal aportación de los insectos a la alimentación y dada la situación actual pudiera considerarse una buena opción para ayudar a solucionar el problema de la desnutrición y el hambre que avanzan en grandes proporciones.

Investigadores mexicanos como Julieta Ramos-Elourdy y José Manuel Pino que llevan más de 25 años estudiando sobre el valor nutricional de los insectos, iniciaron la labor de investigar y documentar la diversidad de insectos existentes en lugares de México que eran considerados de mala alimentación, bajo la premisa de que los pobladores los consumían como último recurso, pero después de esta investigación se

sorprendieron al ver que no era así, la gente los consume por gusto, por tradición, por su abundancia y porque los califican de limpios, sabrosos y nutritivos. Los estudios realizados por estos investigadores acerca de la cantidad de proteínas y vitaminas que contienen, demuestran que los insectos poseen una riqueza proteínica de alto valor nutritivo; así también, analizaron y encontraron porcentajes de digestibilidad total muy altos, al igual que los porcentajes de digestibilidad proteínica.

La cría de ganado consume más proteína comestible para humanos que la que produce, y usando insectos como fuente de proteína se podrá reducir la presión para utilizar tanto territorio para la producción de ganado. Es por eso que dejando a un lado el tabú de la sociedad en contra del consumo de insectos, hay un gran número de personas que creen que la práctica de la entomofagia nos brinda muchos beneficios económicos, medio ambientales y de salud, ya que, definitivamente son una manera más sustentable para alimentar a casi 7 billones de personas que habitan nuestro planeta.

Debido a lo anterior, el presente trabajo pretende establecer el contenido proteínico en los tres grupos a tratar debido a que no existen reportes en México que incluyan al grupo de los arácnidos y que en otras latitudes del planeta son una práctica alimenticia común.

### 3. ANTECEDENTES

Alrededor del mundo, varios millones de insectos y pequeños invertebrados terrestres son consumidos como alimento. *(Paoletti y Bukkens, 1997)*

Se puede decir que la quitina y la parte indigerible del exoesqueleto (que es el caparazón que rodea el cuerpo del insecto) forma el 4% de la humedad y el 10% del peso seco de una langosta adulta, lo que no es significativo como para disminuir el considerable valor proteínico de los insectos. *(Ramos, 1987)*

Respecto a los insectos que se ingieren como práctica alimenticia en el mundo, tenemos los siguientes ejemplos: las abejas de Ceylan, hormigas mieleras en Estados Unidos, grillos e insectos acuáticos en Tailandia, hormigas en Francia, larvas de mariposas en Rhodesia, termitas en África, escarabajos en Egipto, langostas en África, Asia y el mundo árabe, etc. Actualmente, está surgiendo la entomofagia o consumo de insectos en los países desarrollados como Estados Unidos, Japón y la Comunidad Europea. En estos países ha surgido la venta de insectos en tiendas y restaurantes de cocina exótica. Entre estos productos hay hormigas, orugas de mariposa y larvas de abeja cubiertas de chocolate; chapulines, gusanos de seda y de maguey, abejas, incluso alacranes en Japón, fritos o preparados en almíbar. *(Velázquez, 2001)*

Los insectos fueron y siguen siendo una fuente de deliciosos sabores, proteínas, vitaminas y minerales que no tienen nada que envidiar a la soya, el pescado u otras carnes. En un mundo siempre presionado por los crecientes requerimientos nutricionales de la humanidad, los insectos me parecen una sabrosa opción. *(Ramos, 1987)*

Reportes de invertebrados consumidos como alimento han sido registrados desde los primeros conquistadores occidentales, viajeros y naturistas visitando la cuenca del río Amazonas. *(Bodenheimer, 1951)*

Tabla comparativa del valor nutritivo de la hormiga en relación con otros productos alimenticios convencionales (porcentaje por gramo, en base húmeda) (Ramos, 1987):

Valor Nutritivo	Res	Pescado	Huevo	Pollo	Puerco	Hormiga
Proteína	21.5	15.9	6.4	10.2	18.5	20.4
Tiamina	0.8	0.2	0.5	6.8	0.7	4.1
Riboflavina	0.23	0.10	0.14	0.16	0.25	0.66
Niacina	5.1	2.0	--	5.0	2.8	4.62

Para la población indígena del Amazonas, los invertebrados constituyen un componente importante en su dieta. Tenemos información en entomofagia de 39 grupos étnicos, un 21.4% de los 182 grupos conocidos en la cuenca del río Amazonas, pero el uso de este recurso alimenticio no convencional es probablemente más extenso. Estamos contando más de 115 especies de insectos consumidos en el Amazonas. (Paoletti et. al. 2001)

En un estudio sobre larvas de escarabajo del género *Lachnosterna* del orden Coleóptera para la alimentación de cerdos en temporadas de infestación de los campos en Estados Unidos, se obtuvieron los siguientes resultados en el análisis proximal (% base húmeda) de larvas y adultos (Davis, 1918):

	Larva	Adultos (escarabajos)
Humedad	70.0	60.4
Lípidos	3.1	4.0
Proteína cruda	11.1	20.1
Fibra cruda	1.6	8.7
Cenizas	2.0	1.6
Extracto libre de nitrógeno (Carbohidratos)	2.3	0.3

Los invertebrados pueden ser una excelente fuente de alimento y están incluidos en la dieta humana durante el todo el año o también durante ciertas estaciones. Los indígenas americanos valoran muchos de estos organismos no solo por su sabor, si no también por su valor nutricional. Insectos y otros invertebrados pequeños pueden hacer una contribución significativa a la dieta. Por ejemplo, entre los indios Tukano (Colombia), insectos y otros invertebrados pequeños proporcionan arriba de un 12% de la proteína animal en la dieta de hombres y un 26% en la dieta de mujeres durante los meses de mayo y junio. (Dufour, 1987)

Los gusanos o larvas de mariposa o escarabajos tuvieron entre 20% y 40% de proteínas, 16 de estas especies albergaron más del 50% de proteínas, es decir que más de la mitad de cada gramo está formado por proteínas, pero en chapulines y avispas las cifras oscilaron del 70% al 77% en los primeros y por lo general más del 60% en los segundos, superando así a la carne de res. (Ramos y Pino, 1989)

En Laos, la gente está acostumbrada a comer tarántula pajarera. Se arrancan los quelíceros, las rostizan en brochas y después las consumen agregando sal o salsa de pimienta. Sin embargo, algunas veces partes de estas tarántulas, usualmente contenido abdominal o los huevos de las hembras, se comen crudos. (Bristowe, 1932)

Durante la convivencia al lado de los indios Yanomami de la selva tropical de Venezuela, disfrutamos del sabor de la *theraposa leblondi*, la tarántula más grande del mundo. Este arácnido se asa por siete minutos y posteriormente se pela y se le arrancan las patas. La carne es blanca y sabe a cangrejo ahumado. (Menzel y D'Alusio, 1998)

Los grupos indígenas Piaroa y los Yanomami de la cuenca del río Amazonas comen rostizada, *Theraphosa leblondi* y otras especies grandes, las cuales extraen de madrigueras. (Paoletti y Dufour 2005)

Los Jemeres Rojos de Camboya han sido reportados por comer grandes theraphosidos fritos en aceite y servidos en brochetas. (Menzel y D'Aluisio, 1998)

Los resultados de estudios realizados en 7 municipios del valle del Mezquital en el estado de Hidalgo sobre insectos comestibles, se expresan en el siguiente cuadro, donde se puede observar que el contenido de proteínas en base seca va de 30.8% a 72.02%, con excepción de la hormiga mielera *Myrmecosistus melliger* que tiene 9.45%. Contenido de proteínas del orden orthoptera (grs /100 grs. Base seca) (Ramos, 1987):

“Chapulines”

<i>Sphenarium histrio</i> Plectrotetra nobilis	52.13%
<i>Sphenarium purpurascens</i> <i>Melanoplus sp.</i>	58.31%
<i>Sphenarium magnum</i>	59.63%
<i>Sphenarium histrio</i> = bolivari	62.93%
<i>Trimerotropis sp.</i>	65.13%
<i>Sphenarium sp.</i>	69.97%
<i>Taeniopoda sp.</i> <i>Arphia falax</i> <i>Boopedon sp. Flaviventris</i>	70.92%
<i>Sphenarium sp.</i> <i>Melanoplus mexicanus</i> <i>Encoptolophus herbaceus</i>	71.35%
<i>Melanoplus emur-rubrum</i> <i>Boopedon flaviventris</i> <i>Sphenarium spp.</i>	75.3%
<i>Melanoplus mexicanus</i>	77.13%

De hecho, los Yanomami, Guahibo y otros grupos manejan la producción de algunas formas larvarias cortando palmas deliberadamente y así, proveer forraje para los insectos adultos y después de 4 o 6 semanas, poder coleccionar grandes y robustas larvas. (Cerde et al., 2000)

Podemos observar que para las culturas prehispánicas los insectos eran y son, otro recurso natural renovable que podían aprovechar; que era sabroso, nutritivo, que sus antepasados también comían, que preparaban de diversas maneras, que eran abundantes, fáciles de conseguir constituyendo algunos de ellos incluso tributos para el Emperador como es el caso de los “escamoles” con el emperador Moctezuma, debido a su exquisito sabor y sensación de bienestar al consumirlos; lo mismo aconteció con el “ahuehuttle” que son los huevecillos de Axayácatl, nombre genérico con el que se conocen seis especies de hemíptera como los son las moscas blancas, cochinillas, cigarras y chinches de monte, de las zonas lacustres del Valle de México. (Ramos y Pino, 1989)

La remoción de la quitina de los insectos aumenta la calidad de la proteína a un nivel comparable con los productos de animales vertebrados. Siguiendo una extracción alcalina, la digestibilidad verdadera del concentrado de proteína obtenido de abejas mieleras adultas enteras deshidratadas (*Apis mellifera* L.) se incrementó de un 71.5% a un 94.3%. (Ozimek et. al. 1985)

En su forma deshidratada mas comúnmente encontrados en los mercados de los pueblos del mundo desarrollado, los insectos son muy altos en proteína cruda, muchas especies se encuentran arriba del 60%. Como calidad de la proteína, reportaron que el grillo de las casas (*Acheta domesticus* L.), cuando se les daban a las ratas destetadas de laboratorio, era superior a la proteína de soya como una fuente de aminoácidos en todos sus niveles. El grillo mormón (*Anabrus simplex* H.), era equivalente a la proteína de soya. (Finke et. al. 1989)

Este tipo de alimentación es muy abundante por la cantidad de huevos que tanto hormigas, abejas, termitas, moscas y mosquitos ponen por minuto. Las termitas ponen hasta 36 mil huevecillos por día, o sea 25 por minuto. Las hormigas pueden poner 340 huevecillos al día, o sea un huevo por minuto. Los pulgones, durante los 45 días de vida promedio, se reproducen de 5 a 7 individuos por día. (Velázquez, 2001)

El insecto entero deshidratado contiene alrededor de un 10% de quitina, un polisacárido encontrado en los exoesqueletos de los invertebrados, protozoarios, hongos y algas. La quitina presenta problemas para la digestibilidad y asimilación en animales monogástricos, pero la quitina y sus derivados particularmente el quitosán, poseen propiedades que aumentan el interés en la medicina moderna, industria y agricultura. Algunas de las capacidades de estos compuestos son: Reduce significativamente el colesterol, actúa como un agente hemostático, aumenta propiedades de cicatrización en quemaduras y heridas, actúa como anticoagulante, protege contra ciertos patógenos en sangre y piel, sirve como ingrediente no alergénico para medicamentos, provee un plástico biodegradable de alta fuerza de expansión para numerosos productos, Incrementa el retiro de contaminantes de efluentes de aguas residuales, mejora la calidad de lavado y agente antiestático en textiles, inhibe el crecimiento de hongos y nematodos patógenos para el suelo, incrementa en un 20% las producciones de trigo, avena, cebada y guisante. Así podemos decir que la quitina, por su abundancia, dureza y propiedades biodegradables es el polímero del futuro y con estos precedentes, es evidente que si los concentrados de proteína de insectos se vuelven aceptados y producidos a gran escala, el subproducto de quitina se podría ser de valor significativo. (*Goodman, 1989*)

En general, la proteína de insectos, tiende a ser baja en aminoácidos metionina/cisteína; pero es alta en lisina y treonina, una o ambas de las que pueden ser deficientes en el trigo, arroz, mandioca y maíz, que son la base de dietas que prevalecen en el mundo desarrollado. (*DeFoliart, 1988*)

Nutricionalmente, los insectos son una fuente de proteínas, lípidos (y así, energía) y muchas de las importantes vitaminas y minerales. Éstos se han servido como platillos tradicionales en la mayoría de las culturas de origen no europeo y han jugado un rol importante en la historia de la nutrición humana, no solo en el oeste de Norte América, si no también en África, Asia y Latino América. (*DeFoliart, 1988*)

Cada 100 gramos de orugas secas contiene cerca de 53 gramos de proteínas, un 15 por ciento de grasas y alrededor del 17 por ciento de carbohidratos. Su valor energético ronda las 430 kilocalorías por cada 100 gramos. Los insectos además tienen una mayor proporción de proteínas y grasas que la carne de bovino y el pescado, y un elevado nivel de energía. (*Vantomme, 2004*)

Debido a su elevado valor nutricional, en algunas regiones se utiliza la harina de orugas en la alimentación infantil para combatir la malnutrición. Al contrario de lo que podría pensarse, en muchas regiones las orugas no representan un alimento que se consume en situaciones de emergencia, sino que forman parte integral de la alimentación cotidiana, de acuerdo a su disponibilidad estacional. Son consideradas un manjar. (*Vantomme, 2004*)

Los insectos pueden constituir una muy buena opción alimentaria, no solamente por su contenido de proteínas y abundancia en la naturaleza, sino por otras tantas ventajas: su digestibilidad es elevada, son fáciles de capturar y sin necesidad de refrigerarlos se conservan en buen estado. Además, no pierden su valor nutritivo, puesto que por sí mismos generan sustancias antibióticas que los protegen mientras están vivos y, una vez capturados, no permiten su descomposición si se conservan en seco. (*Ramos, 1987*)

La variedad de invertebrados que han sido adoptados para consumirse como alimento es impresionante: consumidores de hojas, lignívoros, polinívoros, detritívoros, necrófagos, predadores y generalistas, así como también formas acuáticas de detritívoros (Díptera, Sратиomydae, Megaloptera) y depredadores. En algunos casos formas inmaduras como larvas, orugas y pupas son los preferidos, pero adultos también son colectados y consumidos. En la mayoría de los casos es difícil determinar cuales artículos son consumidos frescos a la hora de la captura, y cuales son solamente consumidos después de algún proceso. Sabemos que, por ejemplo, saltamontes y orugas son consumidos solamente después de su cocción. Entre nuestra información de 39 grupos

indígena americanos encontramos que aparentemente sólo dos grupos consumen arácnidos, los Piaroa y los Yanomami. (Paoletti et. al. 2001)

Se analizó la digestibilidad de algunos insectos comestibles de México, los porcentajes de digestibilidad total encontrados son muy altos, al igual que los porcentajes de digestibilidad proteínica, ello está en relación con la baja cantidad de fibra cruda y la elevada cantidad de proteínas que estos insectos albergan, las cuales a su vez tienen una proporción adecuada de sus aminoácidos. Porcentajes de digestibilidad total y digestibilidad proteínica (Ramos, 1987) :

	<b>Materia seca</b>	<b>Porcentaje proteína total</b>	<b>Porcentaje proteína digestible</b>	<b>Porcentaje digestibilidad proteínica</b>
<i>Cossus redtenbachi</i> (Gusano de Maguey)	95.94	67.30	62.20	92.42
<i>Eucheria sociales</i> (Gusano del Madroño)	90.05	50.88	47.58	93.51
<b>AXAYACATL</b> (Chinches acuáticas)	86.95	63.21	61.96	98.02
<i>Liometopum histrio</i> (Escamoles)	83.55	67.0	62.46	93.92
<i>Sphenarium histrio</i> (Chapulín)	83.15	62.93	53.89	85.63
<i>Laniifera cyclades</i> (Palomilla)	70.89	45.83	45.34	98.93
<i>Atizies taxcoensis</i> (Jumil)	63.98	70.3	54.74	77.86
<b>AHUAUHTLE</b> (Escarabajo acuático)	61.56	71.50	63.88	89.34
<i>Atta mexicana</i> (Hormiga cortadora de hojas)	33.0	58.3	51.08	87.61

Ahora la entomofagia es evitada por las sociedades occidentales, probablemente por la creencia de que los insectos son antihigiénicos y abrigan enfermedades y son considerados el alimento de "hambruna". (DeFoliart, 1999)

Generalmente se puede decir que los insectos son nutritivos porque éstos son ricos en proteínas, lípidos y vitaminas. La composición química de los insectos varia dependiendo el estado de desarrollo y el sexo, aunque sean de la misma especie, proteína está entre el 30–75% y lípidos entre el 5-60% del peso seco de los insectos. En cuanto los aminoácidos que constituyen las proteínas en insectos, son ricos en leucina, lisina y ácido aspártico, mientras que son pobres en cistina y triptófano. Sin embargo, algunas proteínas de insectos (por ejemplo, *Musca domestica*) se dice tener una composición de aminoácidos similar a la de la carne de res. Los lípidos que contienen los insectos se asemejan a los lípidos que nosotros ingerimos de nuestros alimentos cotidianos. Por ejemplo, se dice que la composición de ácidos grasos de la pupa de *Musca domestica* es parecida a la composición de ácidos grasos en el pescado. Carbohidratos son el componente minoritario en insectos por lo tanto no es un nutrimento importante en este tipo de alimento. En general, los insectos contienen un porcentaje bajo de cenizas. En cuanto a minerales, el contenido de fosfato es comúnmente muy alto. Insectos contienen una considerable cantidad de Na, pero solo una pequeña cantidad de NaCl. Los insectos son ricos en vitamina A, B1, B2 and D. La larva de la abeja, *Apis mellifera*, se dice tener 10 veces mas vitamina D que el aceite de hígado de bacalao, y varias veces mas vitamina A que la yema de huevo. Todos esos hechos sugieren que los insectos serán considerados como fuente de proteína en el futuro. (*Mitsuhashi, 2004*)

Los insectos contienen sales minerales, albergan vitaminas del grupo B y son una fuente importante de magnesio; además, en estado de larva, proporcionan calorías de gran calidad, ya que están conformadas por ácidos grasos poliinsaturados que no hacen daño al hombre. Mientras que 100 gramos de carne de res contienen de 54 a 57% de proteínas, 100 gramos de chapulines, por ejemplo, contienen de 62 a 75%. Los insectos aportan no sólo una gran cantidad de proteínas, sino que incluso pueden llegar a superar la calidad de las que proporcionan el pescado, el pollo y cualquier otra fuente proteínica. (*Ramos, 1987*)

La mayoría de los insectos contienen alto porcentaje de proteína y otros nutrientes, generalmente contienen bajo porcentaje de lípidos y tienen distintivos sabores. Un escarabajo de agua gigante macho, tiene un sabor a menta, probablemente relacionado al sabor de sus feromonas, las hormigas cortadoras de hojas tienen un sabor a nuez, las pupas de las hormigas coloradas saben a sandía (aunque, el sabor puede variar de zona a zona) y la pupa del gusano de seda tiene un sabor dulce y cremoso. *(Smith, 1999)*

Existe una necesidad de que se promueva la visión de que aunque la entomofagia puede ser adoptada como una respuesta para combatir la hambruna, en algunas culturas esto representa una importante fuente de proteína estacional y es parte de la dieta normal de una gran proporción de la población humana. Hay muchos reportes que enfatizan la falta de conocimiento de entomofagia (Sociedad occidental) mientras que se reconoce que la entomofagia es una práctica ampliamente extensa que se conduce a preferencias en la dieta y no a la necesidad por la escases de alimento. *(Yen, 2008)*

Entomofagia, incluyendo otros invertebrados como arañas, y escorpiones, son componentes normales en las dietas de muchas culturas asiáticas, africanas, de Centro y Sud América. Los valores sociales, económicos y nutricionales de los artrópodos comestibles han sido pasados por alto. Más de 1,500 especies de insectos comestibles han sido registradas en 300 grupos étnicos en 113 países. *(MacEvelly, 2000)*

#### 4. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este estudio radica en que hay una necesidad de encontrar nuevas fuentes de proteínas para complementar los recursos agropecuarios clásicos y así satisfacer las necesidades de una población mundial en constante aumento.

Los pocos estudios realizados acerca de la cantidad de proteína que contienen, demuestran que los insectos poseen una gran riqueza proteínica de alto valor nutritivo y que constituyen una confiable fuente de alimentación ya que cumplen con tres características importantes: ser numerosos (debido a su rápido ciclo reproductivo), ser aceptablemente comestibles y que su crecimiento en granjas sería de manera más sustentable debido a los pocos recursos naturales, al reducido espacio necesitados.

Debido a la carencia de información relacionada con la cantidad de proteína de los Arachnida, específicamente de la familia *Theraphosidae*, se pretende con este estudio dar a conocer que tan factible sería este tipo de proteína como alimento.

En este estudio se establecieron las diferencias entre el contenido proteínico de los dos grupos de artrópodos, Orthoptera y Arachnida con respecto al contenido de ganado vacuno como suplemento alimenticio opcional en la dieta del mexicano.

## 5. OBJETIVOS

- a) Determinar el contenido proteínico de los grupos de artrópodos Orthoptera, *Gryllus assimilis* (Fam. Gryllidae) y Arachnida, *Brachypelma vagans* (Fam. Theraphosidae).
- b) Establecer una comparación del contenido proteínico entre el grupo de artrópodos y de la carne de res (*Bos taurus*).
- c) Determinar el contenido proteínico encontrado en los diferentes grupos de artrópodos por medio de un análisis de digestibilidad de proteína, para después poder ser empleado como alternativa para complemento alimenticio.

## 6. HIPÓTESIS

El contenido proteínico de ciertos grupos de artrópodos es significativamente mayor al encontrado en la carne de res, por lo que representa una opción para la sustitución del consumo de proteínas de origen animal tradicionales.

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

- 1.- Prosomas (región anterior) de tarántula (*Brachypelma vagans*).
- 2.- Grillos completos (*Gryllus assimilis*).
- 3.- Corte de carne de res (*Bos taurus*).

Los arácnidos utilizados para el presente trabajo correspondieron a especímenes de *Brachypelma vagans* (Araneae: Theraphosidae), provenientes del estado de Veracruz, así mismo, los insectos utilizados para los análisis fueron grillos completos (*Gryllus assimilis*), pertenecientes al orden orthoptera cultivados en una tienda de mascotas del área metropolitana de Monterrey, N.L., y carne de res de corte milanesa bajo en grasa.

Una vez obtenido el material biológico se trasladó al Laboratorio de Entomología y Artrópodos para ser procesado y obtener las muestras para su análisis respectivo.

Las muestras del prosoma de las tarántulas y muestras de grillos fueron macerados, así mismo las muestras de carne de res (ésta usada como parámetro de comparación de alto valor de proteína), fueron empleadas para sus análisis respectivo.

### 7.2 Preparación de la muestra

En el Laboratorio de Entomología y Artrópodos, se realizaron cortes de los especímenes de tarántula *Brachypelma vagans* en donde se encuentra la mayor parte del tejido muscular. Estos cortes son el cefalotórax, las patas y los pedipalpos, por lo tanto, nos deshicimos de los quelíceros junto con las glándulas de veneno y el abdomen, éste último teniendo presumiblemente una mayor cantidad de lípidos ya que ahí se alojan todos los órganos del arácnido.

Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Alimentos para comenzar el análisis químico. Las tres muestras fueron maceradas en mortero y después

esparcidas en placas de aluminio para posteriormente colocar estas placas en una estufa de convección de aire y deshidratar la muestra.

Una vez deshidratada la muestra por 12 horas a 70°C, se llevó a un molino para ser pulverizada y así homogenizar la muestra. Con este proceso y por diferencia de pesos se pudo calcular la humedad en cada uno de los grupos.

### **7.3 Análisis de proteína**

El análisis de proteínas se efectuó mediante el Método Kjeldahl, que se enfoca en la determinación de nitrógeno total, mediante el cuál se puede obtener el porcentaje de Proteína Cruda (total) de una muestra orgánica. El equipo utilizado tiene el mismo nombre, Kjeldhal.

Este método está basado en una digestión utilizando ácido sulfúrico, sulfato de potasio y sulfato de cobre. El ácido sulfúrico hidroliza la muestra liberándose el nitrógeno amoniacal (sulfato de amonio) de los aminoácidos y demás compuestos que lo contienen; enseguida se neutraliza la muestra con hidróxido de sodio (NaOH), formando hidróxido de amonio y se efectúa una destilación para obtener el amoníaco, este será atrapado en una solución de ácido bórico, éste contiene un indicador (indicador mixto). Finalmente se titula utilizando ácido clorhídrico previamente estandarizado, y de esa manera el ácido consumido en la titulación será el equivalente al contenido de nitrógeno en la muestra.

Debido a que la descripción anterior es un método indirecto para encontrar la proteína en la muestra, el porcentaje de nitrógeno obtenido podrá transformarse a un porcentaje de proteína cruda, empleando un factor de conversión. Se usan diferentes factores de conversión para proteínas de fuentes específicas, el utilizado para los cálculos de carne es el factor 6.25.

Fórmulas utilizadas para el cálculo:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(\text{ml de HCl empleados}) (\text{Factor HCl})}{\text{Gramos de la muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = (\% \text{ Nitrógeno en la muestra}) (\text{Factor } 6.25)$$

#### **7.4 Análisis de extracción de quitina y evaluación de la proporción de nitrógeno proveniente de la quitina**

Quitina es un polisacárido que contiene nitrógeno y es el principal componente de la pared celular de algunos hongos y del resistente exoesqueleto de los arácnidos, insectos y crustáceos.

La quitina es el segundo polímero natural más abundante después de la celulosa. Es usada como agente floculante para tratamiento de agua, como agente para curar heridas, como espesante y estabilizador en alimentos y medicamentos, como resina intercambiadora de iones. Es altamente insoluble en agua y en solventes orgánicos debido a los enlaces de hidrógeno que presenta la molécula.

Las muestras de tarántulas y grillos contienen una porción importante de quitina cuyo nitrógeno no puede ser distinguido del nitrógeno proteínico durante el análisis Kjeldahl (proteína cruda) resultando valores erróneos en la cantidad de proteína.

Para establecer el contenido real de proteína en dichas muestras, se determinó el nitrógeno proporcionando por la quitina, mediante los métodos de Bernath (1986) y Meyers (1973).

La quitina es muy estable a los ácidos y álcalis y no es soluble en disolventes ordinarios. Por lo tanto, es posible aislar como un producto que permanece después de la descomposición con ácido y álcali de las otras sustancias presentes en el exoesqueleto.

Después del secado y molienda de la muestra, se trató con ácido para remover el carbonato de calcio (desmineralización). Para la desmineralización se utilizó ácido clorhídrico 6N (10 ml/g de muestra a temperatura ambiente durante 2 horas).

La desproteínización se llevó a cabo con tratamientos alcalinos con hidróxido de potasio 5N (10 ml/g de muestra a 95° C durante 2 horas).

La muestra se puede purificar aún más y se realizó un lavado con metanol a temperatura ambiente durante 1 hora, y con esto, se removieron los pigmentos.

Al final, se lava la muestra con agua destilada. La quitina se obtuvo como un polvo blanquecino.

Después de haber extraído la quitina, se le determina la cantidad de nitrógeno disponible mediante el método de Kjeldahl. Se calcula el porcentaje de quitina de la cantidad de nitrógeno determinada, empleado el factor 14.6 (basado en 6.8% de nitrógeno presente en la quitina).

Una vez teniendo los datos de nitrógeno disponible en la quitina y nitrógeno total de la muestra, se calcula la cantidad real de nitrógeno proteínico por substracción del porcentaje de nitrógeno de la quitina del de nitrógeno total obtenido por el análisis regular de la muestra por el método Kjeldahl. Multiplicar el resultado por 6.25 (factor constante) para obtener la proteína real.

Para los cálculos antes mencionados se utilizan las siguientes fórmulas:

Quitina = (Nitrógeno de quitina) (Factor 14.6)

Nitrógeno corregido = Nitrógeno total de la muestra – Nitrógeno de quitina

Proteína corregida = (Nitrógeno corregido) (Factor 6.25)

## 7.5 Análisis de digestibilidad

Se realizó un análisis para medir la calidad de proteína encontrada, ya que se tiene que evaluar si este porcentaje de proteína encontrado es digerible, absorbido y factible para ser utilizado en el crecimiento y mantenimiento.

Se realizó una prueba de digestibilidad "in vitro". Este análisis incluye la utilización de una enzima para simular la digestión del mamífero.

El análisis parte de la muestra desgrasada. El desgrasado se realiza con el equipo Goldfish. La muestra desgrasada es digerida 16 horas en un medio el cual contiene una solución caliente de pepsina (enzima principal del tracto digestivo humano) y ácido clorhídrico bajo constante agitación. El residuo indigerible es lavado con agua destilada y posteriormente se le analiza por proteína con el método de Kjeldahl. El resultado se resta del contenido de proteína total de la muestra para obtener la proteína digerible. La fórmula utilizada para estos cálculos de digestibilidad es:

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{\text{Proteína total} - \text{Proteína digerible}}{\text{Proteína total}} \times 100$$

El análisis de las tres muestras se realizó por duplicado, además de su control y se llevaron a cabo en el Laboratorio de Alimentos ubicado en Unidad B de la Facultad de Ciencias Biológicas.

En este estudio se tomaron en cuenta los porcentajes de proteína total, proteína digerible y digestibilidad proteínica como parte del protocolo de análisis de alimentos, sin tomar en cuenta otro análisis estadístico.

## 8. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de los análisis en las muestras de tejido muscular de tarántula (*Brachypelma vagans*), muestras de especímenes de grillos completos (*Gryllus assimilis*) y carne de res (*Bos taurus*) se presentan en las tablas 1 y 2.

La muestra con mayor porcentaje de humedad es *B. vagans* con un 76.03% de humedad, su porcentaje de proteína total en base húmeda es de 20.38%, significativamente menor a la muestra de carne de res con una diferencia del 4.25% y a la muestra de grillos completos con una diferencia de 3.95%, (ver tabla 1).

En base húmeda, la digestibilidad proteínica de *B. vagans* es de 17.35%, seguido por la muestra de grillos completos con un 21.44% y 24.44% en la muestra de carne de res.

El porcentaje de materia seca contenida en la muestra de carne de res (*Bos taurus*) fue de un 33.86%; de esa materia seca, el 72.75% correspondió a proteína, los cuales 72.20% es proteína digerible. En base a estos resultados se puede mencionar que el porcentaje de digestibilidad proteínica en la muestra es de 99.25%.

En la muestra de *Gryllus assimilis* se obtuvo un 32.31% de materia seca de la cual 75.32% es proteína. Encontramos que el 66.35% corresponde a proteína digerible, por lo que obtenemos que el porcentaje de digestibilidad proteínica de la muestra es de 88.05%.

La tercer muestra analizada refiere a *B. vagans* donde el 23.97% es materia seca de la cual el 85.04% correspondió a proteína los cuales 72.40% es proteína digerible. En base a estos resultados se puede mencionar que el porcentaje de digestibilidad proteínica en la muestra es de 85.15%.

Valorando los resultados presentados en la tabla 2, se aprecia que la que obtuvo mayores porcentajes de contenido proteínico total correspondió a *Brachypelma vagans* con un 85.04%, 12.29% más que el contenido proteínico de carne de res (*Bos taurus*), y con 0.20% más de proteína digestible, seguido por la muestra de grillos completos (*G. assimilis*), la cual tiene un 2.57% más proteína que la muestra de carne de res, sin embargo, el contenido de proteína digestible es 5.85% menor.

Por medio de este estudio se puede confirmar que el porcentaje del contenido proteínico total de estos grupos de artrópodos es mayor al encontrado en la carne de res, (ver tabla 2) por lo que representa una opción para sustitución del consumo de proteínas de origen animal tradicionales, o bien, como un aditivo de alimentos.

**Tabla 1.** Resultados en base húmeda (BH) de las tres muestras analizadas.

Muestra	Porcentaje Materia seca	Porcentaje de Humedad	Porcentaje Proteína Total (BH)	Porcentaje Digestibilidad Proteínica
<i>Bos taurus</i>	33.86	66.14	24.63	24.44
<i>Gryllus assimilis</i>	32.31	67.69	24.33	21.44
<i>Brachypelma vagans</i>	23.97	76.03	20.38	17.35

**Tabla 2.** Resultados en base seca (harina) (BS) de las tres muestras analizadas.

Muestra	Porcentaje Materia seca	Porcentaje de Quitina	Porcentaje Proteína Total (BS)	Porcentaje Proteína Digestible	Porcentaje Digestibilidad Proteínica
<i>Bos taurus</i>	33.86	---	72.75	72.20	99.25
<i>Gryllus assimilis</i>	32.31	6.03	75.32	66.35	88.05
<i>Brachypelma vagans</i>	23.97	17.40	85.04	72.40	85.15

## 9. DISCUSIÓN

En el resultado, los valores de proteína total en las muestras fluctúan entre 72-85%, por lo que se consideran de alto valor, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Ramos Elorduy en sus análisis para otros grupos de insectos como lo son chapulines y hormigas. Ramos Elorduy menciona que 100 gramos de chapulines contienen de 62 a 75% de proteínas. Así también, Mitsuhashi (2004), menciona que por ejemplo, 100 gramos de orugas secas contienen 53% de proteína pero dice que la composición química de los insectos varía dependiendo el estado de desarrollo y el sexo, aunque sean de la misma especie, pero deben estar situadas entre el 30 y 75% de contenido de proteína y así, el resultado de este estudio se encuentra por encima del porcentaje de proteína de los dos antecedentes mencionados con un 10% de diferencia en la muestra de *B. vagans*.

Debido a que la muestra de *B. vagans* contiene el mayor porcentaje de humedad, en base húmeda, presenta el menor porcentaje total de proteína y de digestibilidad proteínica.

En esta investigación encontramos que *Brachypelma vagans* es la muestra con mayor porcentaje de proteína de las tres muestras estudiadas en base seca, pero también se encontró que esta misma muestra presenta el menor porcentaje de digestibilidad. Aún así, relacionando el porcentaje de proteína digestible en base seca de *Brachypelma vagans* y la carne de res (*Bos taurus*), la proteína encontrada en los arácnidos presentó un mayor valor proteínico con respecto a la carne de res que ingerimos cotidianamente.

## 10. CONCLUSIÓN

El contenido proteínico total encontrado en los análisis de la muestra de *Brachypelma vagans* fue mayor con un 12.29% de diferencia con el porcentaje de proteína total disponible encontrado en la carne de res, así como también en el porcentaje de proteína digestible con una diferencia de 0.20%.

En el caso de la muestra de grillos completos (*G. assimilis*), el porcentaje de proteína total es también mayor al de la carne de res con un 2.57%, sin embargo, la proteína digestible de esta muestra es menor a la de la carne de res con un 5.85%.

Estos resultados representan que la harina de *B. vagans* (*tarántula*) es una opción viable para la sustitución del consumo de proteína de origen animal tradicional.

## 11. LITERATURA CITADA

- Bernath, J. (1986). *Production ecology of secondary plant products*. In: L.E. Craker and J.E. Simon (eds.). *Herbs, spices, and medicinal plants: Recent advances in Botany, Horticulture and Pharmacology*. Vol. 1. Oryx Press, Phoenix, AZ. p. 185-234
- Bristowe W.S. (1932). *Insects and other invertebrates for human consumption in Siam*. *Trans Ent Soc Londo*, 80, pp. 387–404.
- Bodenheimer F.S. (1951). *Insects as Human Food*, Dr. W. Junk publication, The Hague, Los Paises Bajos.
- Cerda H., Martínez R., Briceno N., Pizzoferrato L., Manzi P., Ponzetta T., Marin O., Paoletti M.G. (2000). *Palm worm: (Rhychophorus palmarum) traditional food in Amazonas, Venezuela – Nutritional composition, small scale production and tourist palatability*. *Ecology of Food and Nutrition*, 2000.
- Davis J.J. (1918). *Common white grubs*. USDA Farmer's Bull. No. 940, USA, p. 20.
- Dufour D.L. (1987). *Insects as food: a case study from the Northwest Amazon*. *American anthropologist* 89, pp. 383-397.
- DeFoliart G. R. (1988). *The human use of insects as food and as animal feed*. *Food Insects Newsletter* 1-4, *Bull. Entomol. Soc. Am.*, pp. 22-35.
- DeFoliart G. R. (1999). *Insects as food: why the western attitude is important*. *Annu. Rev. Entomol.* 44, pp. 21–50.
- Finke M., DeFoliart G., Benevenga N. (1989). *Use of a four-parameter logistic model to evaluate the quality of the protein from three insect species when fed to rats*. *The Journal of Nutrition*, University of Wisconsin, USA, pp. 864-871.
- Goodman W.G. (1989). *Chitin: a magic bullet?* *Food Insects Newsletter* 2(3): 1, 6-7.
- Jessen-Hansen H., Kjeldahl J. (1932). *Meisen, V. Científicos danés prominentes con las edades*. *Biblioteca de la universidad del 450vo. Aniversario de Copenhague*. Levin y Munksgaard, Copenhague. pp. 169-172
- Jiménez, M.L. (1996). *Araneae en Biodiversidad*. *Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México*. Capítulo 11. Instituto de Biología, UNAM. México, pp. 83-101.
- MacEvilly C. (2000). *Bugs in the system*. *Nutrition Bulletin* 25, pp. 267–268.
- Menzel P., D'Aluisio F. (1998). *Man Eating Bugs, The art and science of eating insects*. The Speed Press, California, USA, pp. 168-175.

- Mitsubishi J. (2004). *Entomophagy: Human Consumption of Insects*. Tokyo University of Agriculture, Tokio, Japón.
- Ozimek L., Sauer W., Kozikowski V., Ryan J., Jorgensen H., Jelen P. (1985). *Nutritive value of protein extracted from honey bees*. Journal of Food Science, pp. 1327- 1329, 1332.
- Paoletti M.G, Bukkens S.G.F. (1997). *Minilivestock*. Special Issue Ecology of food and nutrition 36 (2-4), pp. 95-346.
- Paoletti M.G, Buscardo E., Dufour D. (2001). *Edible invertebrates among Amazonian indians: A critical review of disappearing knowledge*. Environment, Development and Sustainability 2, Kluwer Academic Publishers, Padova, Italia, pp.195-225.
- Paoletti M.G, Dufour D.L. (2005). *Edible invertebrates among Amazonian Indians: a critical review of disappearing knowledge*. Ecological implications of minelivestock. Science Publishers, Enfield N.H, pp. 293–342.
- Platnick N.I. (2010). The world spider catalog. Version 11.0. American Museum of Natural History, USA. Recopilado de: <http://research.amnh.org/iz/spiders/catalog/>
- Ramos Elorduy J. (1987). *Los insectos como fuente de proteínas en el futuro*. 2da. Edición, Noriega Limusa, México, D.F., pp. 19, 79, 106, 112, 113.
- Ramos Elorduy J., Pino Moreno J.M. (1989). *Los insectos comestibles en el México antiguo. Estudio etnoentomológico*. AGT Editor, S.A, México, pp. 4, 50.
- Smith K. (1999). *Entomophagy anyone? Bugs may be the cuisine of the new century*. Alabama Agricultural Experiment Station, USA.
- Velázquez I. (2001). *Flores e insectos en la dieta prehispánica y actual de México*. Facultad de Administración de la BUAP. Puebla.
- Vantomme P. (2004). *Edible insects, important source of protein in Central Africa: Nutritious, income generating, biological pest control*. FAO Newsroom, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Recopilado de: <http://www.fao.org/newsroom/en/news/2004/51409/index.html>
- Yen A. L. (2008). *Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion*. J Insect Conserv, Springer Science and Business Media B.V., Australia, p. 1.

