

Evaluación nutricia de la proteína de cucaracha (*Periplaneta americana*) en pollos de engorda

Evaristo Julio Ballinas Díaz¹,
Carlos Yáñez Tovar²,
Oscar Aguilar Nájera¹,
Adriana Caballero Roque¹,
Alejandra García Hernández³.

RESUMEN

Las cucarachas constituyen una fuente no convencional de proteína animal que está totalmente desaprovechada y que podría asegurar un potencial alimenticio indirecto. Las tres especies de cucarachas domésticas más conocidas son: *Blatta orientalis* (Linneo), *Blattella germanica* (Linneo), y *Periplaneta americana* (Linneo). La calidad nutricional de la proteína de este insecto no está registrada, por lo que el objetivo de este estudio es determinar la calidad biológica de la proteína de cucaracha. Todos los procedimientos analíticos se realizaron utilizando métodos oficiales. La cantidad de proteína determinada fue de 58 % y el perfil de aminoácidos esenciales de esta proteína es muy similar al perfil de aminoácidos de la proteína recomendada por la FAO-1973. Se encuentra que la harina de cucaracha

puede sustituir hasta en un 20 % a la pasta de soya en una dieta para pollos.

Palabras clave: Cucaracha *Periplaneta americana*, calidad de la proteína, alimentación de pollos.

ABSTRACT

Cockroaches are an unconventional source of animal protein that is completely untapped and could ensure a potential indirect food. The three most domestic species of cockroaches are known: *Blatta orientalis* (Linneo), *Blattella germanica* (Linneo), and *Periplaneta americana* (Linneo). The nutritional quality of the protein of this insect is not registered, so the objective of this study is to determine the biological quality of protein cockroach. All analytical procedures were performed using formal methods. Determined the amount of protein was 58% and the profile of essential amino acids of this protein is very similar to the amino acid profile of protein recommended by FAO-1973. It is found that the cockroach can replace flour in up to 20% soybean meal in diets for chickens.

Key words: Cockroaches *Periplaneta americana*, protein quality, feeding chickens.

¹ PTC Escuela de Nutrición,
Unicach. Libramiento Norte Pte s/n. Col. Lajas Maciel.
Teléfono 9611210897.
ballinasdiaz@hotmail.com

² Egresado Escuela de Biología. Unicach

³ Técnica académica. Escuela de Nutrición

INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen una fuente ilimitada de proteína animal que está totalmente desaprovechada y que podría asegurar un potencial alimenticio. En efecto, los pocos estudios realizados acerca de la cantidad de proteínas y vitaminas que contienen, demuestran que los insectos poseen una gran riqueza proteínica de alto valor nutricional y que aprovechados en forma sistemática constituyen una confiable fuente de alimentación (Ramos-Elorduy, 1977).

Por otro lado, uno de los factores que más influyen en la eficiencia de la producción de alimentos disponibles para el consumo humano, es la competencia que se presenta entre el consumo de los animales domésticos (aves, cerdos y vacunos principalmente) y el consumo humano directo. El consumo indirecto de alimentos a través de la cadena alimenticia que va desde los granos consumidos por los animales domésticos, hasta el hombre que consume la carne, es un parámetro sumamente ineficiente; en esa cadena alimenticia se desperdicia desde el 54 hasta el 95% de los alimentos que potencialmente podrían haber servido para la nutrición de los humanos (Viniestra, 1982).

Los insectos tienen mayor conversión alimentaria que otras especies de animales domésticos. Estos son los animales más abundantes del planeta y dan una idea de su capacidad de adaptación a todos los fenómenos geológicos que ha sufrido la tierra. Además, han logrado sobrevivir en nichos ecológicos que otros animales no han podido conquistar (Ramos-Elorduy, 1982).

Muy pocas veces se ha concebido la idea de difundir que las cucarachas son insectos que datan del carbonífero (280 millones de años atrás) y que han logrado llegar a nuestra época gracias a su increíble poder de adaptación (Boraiko, 1981).

En general el ciclo de vida de los insectos es muy corto y el potencial reproductivo en algunas especies



Foto 1 ■ | Cucaracha doméstica.

puede sobrepasar a los 47 millones de individuos al mes provenientes de una sola pareja, y además, pueden tener en condiciones controladas, un promedio de 25 generaciones al año (Ramos-Elorduy, 1982).

Se han censado hasta la fecha 441 especies de insectos comestibles distribuidas en todos los continentes. En México un estudio acerca de éstos ha dado hasta la fecha un total de 111 especies comestibles directamente por el hombre, distribuidas en diferentes órdenes (Ramos-Elorduy, 1984).

Las cucarachas, de costumbres nocturnas, suelen ser vistas como una plaga doméstica, aunque en realidad parte importante de sus 3000 especies no están vinculadas en ninguna forma a los hogares. Las tres especies de cucarachas domésticas más conocidas son: *Blatta orientalis* (Linneo), *Blattella germanica* (Linneo), y la familiar *Periplaneta americana* (Linneo), que comprende una sola familia, la Blattellidae. En América del Norte está representada por unas 70 especies; en todo el mundo se conocen más de 2000 especies (Bland, 1978; Imss, 1973; Jaques, 1973; Ross, 1982; Trias, 1988 y Uri, 1964).

Las cucarachas según la especie ponen una cantidad de huevos que varía de 15 a 40, dispuestos en hileras dobles simétricas (Bursell, 1974; Komiyama y Ogata, 1981; Ross, 1982 y Url, 1964). Estos insectos de hábitos casi omnívoros, comen una gran variedad de sustancias animales y vegetales. Las ninfas son similares a los adultos en estructura general y usualmente se alimentan en compañía de los adultos (Ross, 1982).

La cucaracha devora prácticamente cualquier material, se encuentra en muchas clases de alimentos, comen parte de ellos, los decoloran y manchan con sus materiales fecales y dejan tras ellos un desagradable olor (Agrawal, 1981; Metcalf and Flint, 1982; Shapiro et al., 1985).

Se ha encontrado que *Periplaneta americana* crece normalmente sin vitaminas A y β -caroteno. Todos los insectos requieren proteínas completas o sus constituyentes aminoácidos, para su crecimiento y desarrollo aun cuando muchas especies adultas se alimentan solo de néctar el cual está casi enteramente libre de nitrógeno (Jaques, 1973). Pocos datos se conocen de la calidad de la proteína de este insecto. En consecuencia, el objetivo de esta investigación es determinar la calidad biológica de la proteína de cucaracha.

MATERIAL Y MÉTODOS

El sorgo fue adquirido en el municipio de Ocozocuahtla, Chiapas. Otros ingredientes (harina de soya, ortofosfato, carbonato de calcio, sal, metionina, lisina, vitaminas, minerales) fueron donados por una empresa productora de alimentos balanceados del municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. El aceite de soya se adquirió en un supermercado local.

Las cucarachas (muertas) fueron obtenidas de la planta productora de moscas estériles del municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas.

El sorgo fue molido en molino de martillos hasta obtener una harina de malla 60.

Elaboración de la harina de cucaracha (HC). Las cucarachas muertas fueron lavadas exhaustivamente con agua corriente y posteriormente desinfectadas con agua clorada, y lavadas nuevamente. Los insectos limpios fueron deshidratados a 60°C por 12 horas en un horno con aire caliente. Finalmente los insectos secos fueron convertidos en harina de malla 60, a través de un molino de martillos.

Evaluación analítica de los ingredientes. El sorgo, la harina de soya y la harina de cucaracha usados en todas las dietas experimentales fueron del mismo lote. Estos tres ingredientes fueron primero analizados para nitrógeno total, cenizas, grasa, humedad y digestibilidad *in vitro* por los métodos descritos por la Association of Official Analytical Chemists (1984). La fibra cruda se determinó por el método de Van de Kamer and Van Ginkel (1952).

Determinación de aminoácidos. Se realizó de acuerdo con un procedimiento cromatográfico estándar de intercambio iónico del Laboratorio de Bioquímica del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN de la ciudad de México.

Digestibilidad *in vitro*: Se utilizó el procedimiento descrito en la AOAC (1984).

Nitrógeno no proteínico y proteína verdadera. Se determinó por el procedimiento desarrollado por Haywart (1975) y descrito por Sosa de Pro (1981).

Diseño y elaboración de las dietas para pollos. Se formularon cuatro dietas tomando como base una dieta de referencia diseñada y propuesta por Ávila (1990). La composición de la dieta de referencia se muestra en la Tabla 1. Esta dieta se utilizó como dieta control o dieta A. Las tres dietas de prueba

Tabla 1 ■ Dieta de referencia de Ávila (1990)

Ingrediente	Proporción del ingrediente	Proteína cruda del ingrediente	Energía metabolizable del ingrediente
	%	%	Kcal/ kg
Sorgo	56.20	8.70	3,256
Pasta de soya	38.08	42.30	2,400
Ortofosfato	1.86		
Carbonato de calcio	1.33		
Cloruro de sodio	0.40		
Metionina	0.24		
Lisina	0.11		
Vitaminas	0.20		
Minerales	0.03		
Aceite	1.55		8,950
Total	100.00	21.00	2,882*

Energía metabolizable de la dieta: 2882 kcal /kg de dieta.

o tratamientos consistieron en reemplazar parcialmente a la pasta de soya por harina de cucaracha. Los niveles de sustitución de la pasta de soya por HC fueron: 10 % (Dieta B), 20 % (Dieta C) y 30 % (Dieta D). Además, las cuatro dietas fueron normalizadas a 21.0 % de proteína y 2882 kcal/kg, aproximadamente; es decir, se diseñaron dietas isocalóricas e isoproteínicas.

Experimento con aves. Un experimento con 96 pollitos blancos Arbor acres machos fue llevado a cabo durante siete semanas. Con don días de edad y peso inicial promedio de 58.05 g los pollitos fueron enjaulados en una batería de jaulas a temperatura ambiente (25 °C) y piso de concreto, permitiéndoles acceso *ad libitum* al agua y al alimento. Luz uniforme fue proporcionada por 24 horas diariamente. Las aves fueron alimentadas con una dieta comercial durante tres días previos al experimento. Para el experimento se trabajó con cuatro tratamientos y 24 pollitos por tratamiento

(tres réplicas, cada réplica con ocho pollitos). Los tratamientos consistieron de una dieta control sin HC a base de sorgo y pasta de soya (Dieta A), y tres dietas con 3.81% (Dieta B), 7.62 % (Dieta C) % y 11.42 (Dieta D) de HC (10, 20 y 30 % de sustitución de la harina de soya por HC, respectivamente). La presentación de las dietas fue en forma semigranulada. El consumo de alimento y el peso corporal de cada grupo de pollitos fue medido semanalmente durante siete semanas, y con estos valores fue calculada la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia -relación consumo de alimento: ganancia de peso- (Ávila, 1990).

Análisis estadístico. Los datos del experimento con pollitos fueron analizados aplicando la Técnica de Análisis de Varianza para diseños completamente aleatorizados (variación de clasificación simple). Las diferencias entre las medias de los tratamientos individuales fueron estimadas usando la prueba de la diferencia mínima significativa (Reyes, 1987)

Tabla 2 ■ Análisis químico proximal de la harina de cucaracha

Análisis	Gramos/ 100 gramos	
	Experimental	Shapiro, 1985
Proteína cruda	57.89*	50.0
Cenizas	11.94	5.9
Grasa cruda	8.33	30.0
Fibra	16.59	
ELN	5.86	
Carbohidratos totales	22.45	14.1
	100.61	100.00

*58.68 % proteína (método de la suma de aminoácidos, Tabla 2)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición proximal de las cucarachas ha sido estudiada por Shapiro (1985) registrando valores relativamente altos de grasa (30.0 %) y proteína (50 %). Este investigador no especifica en el documento cómo fue obtenida la muestra y cual especie de cucaracha fue utilizada. En cambio, los datos que se registran en esta investigación se refieren a una harina integral de cucaracha de la especie *Periplaneta americana* (insecto lavado, deshidratado y molido). Se aprecia que los valores de proteína, cenizas y grasas presentan diferencias importantes. Se debe recordar que en todo el mundo se conocen más de 2000 especies (Bland, 1978; Imss, 1973; Jaques, 1973; Ross, 1982; Trias, 1988 y Url, 1964), aunque las tres especies de cucarachas domésticas más conocidas son: *Blatta orientalis* (Linneo), *Blattella germanica* (Linneo), y la familiar *Periplaneta americana* (Linneo). Es decir, existe la posibilidad de que estas diferencias se deban a la especie de insecto estudiada, aunado a la variedad de residuos que estos insectos utilizan como alimento (Tabla 2).

Con los datos citados arriba, se estimó un valor energético o energía metabolizable (EM) de la harina de cucaracha de 3,300 kcal/kg. Este valor es muy similar al valor de EM de los cereales de mayor consumo en alimentación animal, a la harina de sangre

y a la harina de pluma, aunque difieren ampliamente valor de proteína, excepto la harina de carne (Tejada, 1992).

$$EM = (57.89 + 5.86) \times 4 + (8.33 \times 9) = 329.97 \text{ kcal} / 100 \text{ g} = 3.3 \text{ kcal/g} = 3,300 \text{ kcal/ kg.}$$

Perfil de aminoácidos. Es importante señalar que el contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales de la proteína de HC. La primera observación se refiere al contenido de metionina. El valor de este aminoácido esencial es bajo respecto al Patrón-1973 de la FAO (1968) debido a que la metionina es destruida por el procedimiento utilizado en este laboratorio; es decir, el equipo utilizado no detecta (ND) este aminoácido, ni el triptofano. Comparando los otros aminoácidos esenciales de la HC respecto a la FAO, la carne y la soya, se observa que el perfil de aminoácidos esenciales de la proteína de cucaracha es muy similar o superior al perfil de la FAO. Así mismo, el perfil de aminoácidos de la HC es similar al perfil de aminoácidos de la proteína de carne o de soya, con excepción de leucina, que se encuentra en mayor cantidad en la HC. Entonces, como proteína de origen animal, la HC es comparable en contenido de proteína y contenido de aminoácidos esenciales a la harina de carne (Tabla 3).

Tabla 3 ■ Perfil de aminoácidos de la proteína de cucaracha

Aminoácido	Harina de cucaracha	FAO, 1973	Carne*	Soya*
Esenciales	g aa/ 100 g proteína			
Metionina	0.48	3.50, incluye cistina	2.7	1.3
Cistina	ND (azufrados)		1.3	1.5
Fenilalanina	3.82 (aromáticos) 7.82 (= 11.64)	6.00, incluye tirosina	4.2	5.1
Tirosina				
<i>Isoleucina</i>	3.63	4.00	5.3	4.6
Leucina	10.32	7.00	8.0	7.7
Treonina	4.06	4.00	4.4	3.9
<i>Valina</i>	4.67	5.00	5.4	4.6
Lisina	5.87	5.50	8.6	5.7
Triptofano	ND	1.00	1.2	1.3
No esenciales				
Histidina	3.75		3.2	2.3
Serina	4.89			
Prolina	5.73			
Arginina	6.30		6.7	6.9
Glicina	6.62			
Acido aspártico	8.40			
Alanina	8.51			
Acido glutámico	13.51			
Amonio	0.97			
g aa total / 100 g proteína	99.35			
g aa / 100 g cucaracha	58.68 = 58.68 % proteína			

*Concellón-Martínez, 1978.

Digestibilidad *in Vitro*: La proteína de harina de cucaracha y una muestra de caseína fueron sometidas a una hidrólisis o digestión con pepsina a pH 2.0. La Tabla 4 presenta los valores de digestibilidad *in Vitro* de ambas muestras. El valor de 40.25 % de digestibilidad de la proteína de HC representa únicamente el

46.74 % de digestibilidad respecto a la caseína usada como proteína de referencia. Aparentemente, esto significa que la proteína de HC no podrá ser digerida por el sistema enzimático del tracto digestivo de los pollitos de prueba, en otras palabras, los pollitos no crecerán adecuadamente con una dieta a base de HC.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que en el proceso de digestión animal intervienen otras proteasas además de la pepsina, lo cual podría incrementar la digestibilidad.

Tabla 4 ■ Valores de digestibilidad de la HC

Muestra	Digestibilidad, %	Digestibilidad relativa, %
Caseína	86.12	100.00
Harina de cucaracha	40.25	46.74

Nitrógeno no proteínico y proteína verdadera.

La Tabla 2 proporciona un valor de proteína cruda de 57.89 % por el método Kjeldhal de la AOAC (1984).

El perfil de aminoácidos de la Tabla 3 proporciona un valor de proteína de 58.68 % por el método de la suma de aminoácidos del procedimiento cromatográfico. Los cálculos arrojan un valor de 1.25545 % de nitrógeno no proteínico, con lo cual se obtiene 56.576 % de proteína verdadera; es decir, casi toda la proteína cruda (97.77 %) corresponde a proteína verdadera. Si esto es correcto, entonces la proteína de cucaracha es poco digerible por la enzima pepsina, pero seguramente es degradada por otras enzimas digestivas.

Formulación y elaboración de dietas. Las dietas formuladas con HC se muestran en la Tabla 5, las dietas B, C y D contienen 3.808, 7.616 y 11.424 % de HC, respectivamente. Estos niveles de HC corresponden, respectivamente, a 10, 20 y 30 % de sustitución de pasta de soya por HC. Además, también muestra que

Tabla 5 ■ Composición de las dietas

Ingrediente	Proporción, %			
	A*	B	C	D
Sorgo	56.20	56.20	56.20	56.20
Pasta de soya	38.08	34.26	30.464	26.656
Harina de cucaracha	0.00 (0.00 %)	3.808 (10%)	7.616 (20%)	11.424 (30%)
Ortofosfato	1.86	1.86	1.86	1.86
Carbonato de calcio	1.33	1.33	1.33	1.33
Cloruro de sodio	0.40	0.40	0.40	0.40
Metionina	0.24	0.24	0.24	0.24
Lisina	0.11	0.11	0.11	0.11
Vitaminas	0.20	0.20	0.20	0.20
Minerales	0.03	0.03	0.03	0.03
Aceite	1.55	1.55	1.55	1.55
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
EM, Kcal/kg	2,882	2,890	2,900	2,907
Proteína, %	21.00	22.647	23.100	22.104

* Según Ávila (1990), Tabla 1.

Tabla 6 ■ Aumento de peso, alimento consumido y conversión alimenticia de pollos de engorda

Tiempo de experimento semanas	Variación de peso promedio (Aumento de peso), gramos				Alimento consumido, Gramos			
	Dietas							
	A	B	C	D	A	B	C	D
0, inicio	58.7	57.7	58.9	56.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1 ^a .	195.0	190.0	190.0	180.0	185.0	180.0	190.0	180.0
2 ^a .	450.0	440.0	435.0	390.0	270.0	260.0	370.0	350.0
3 ^a .	790.0	750.0	740.0	670.0	600.0	620.0	650.0	510.0
4 ^a .	1050.0	1000.0	995.0	980.0	720.0	670.0	700.0	670.0
5 ^a .	1380.0	1290.0	1290.0	1250.0	930.0	930.0	900.	840.0
6 ^a .	1680.0	1500.0	1550.0	1450.0	1050.0	900.0	1080.0	900.0
7 ^a .	2100.0	1850.0	1900.0	1680.0	950.0	1020.0	1000.0	1030.0
¹ Ganancia de peso, g	2041.3	1792.3	1841.1	1623.1				
² Conversión de alimento, g/g	2.15	1.76	1.84	1.58				
³ Conversión de alimento, g/g	0.465	0.569	0.543	0.634				

¹Ganancia de peso = Peso final – Peso inicial

²Conversión = Ganancia de peso/ alimento consumido

³Conversión = alimento consumido / ganancia de peso

las cuatro dietas son aproximadamente isocalóricas e isonitrogenadas como recomienda Ávila (1990).

Registro de peso y alimento consumido. La Tabla 6 presenta la variación de peso promedio de cada una de las 96 aves alimentadas con cuatro tipos de dietas o tratamientos, durante siete semanas. Asimismo, muestra la cantidad promedio de dieta consumida semanalmente por ave, y la conversión de alimento al final del experimento.

Respecto al aumento de peso semanal, la dieta de referencia (A) es aparentemente superior a las dietas B y C, notándose mejor esta diferencia en la última semana, donde se obtuvieron pesos promedio finales de 2100, 1850, 1900 y 1680 g por ave, para las dietas

A, B, C y D, respectivamente. Igualmente, el consumo promedio de alimento por semana fue muy similar entre las dietas A, B, C y D, presentando valores de 950, 1020, 1000 y 1030 g en la séptima semana, respectivamente. Por otro lado, la conversión alimenticia se define como el peso ganado (en gramos) por gramo de alimento consumido o a la inversa; es decir, gramos de alimento consumido por gramos de peso ganado. Para las dietas A, B, C y D, se indican valores de conversión de alimento de 2.15, 1.76, 1.84 y 1.58 g de peso ganado/ g de alimento consumido ó 0.465, 0.569, 0.543 y 0.634 g de alimento consumido/ g de peso ganado, respectivamente. En el rubro de la conversión, se nota fácilmente la diferencia entre las dietas A y D, donde la dieta A es 36 % más eficiente que la dieta D.

Tabla 7 ■ Análisis de varianza de ganancia de peso, y consumo y conversión de alimento

Tratamiento o dieta	Ganancia de peso promedio, g	Consumo de alimento promedio, g	Conversión de alimento promedio g/g
A	2041.3 ^a	950.0 ^a	0.465 ^a
B	1792.3 ^a	1020.0 ^a	0.569 ^a
C	1841.1 ^a	1000.0 ^a	0.543 ^a
D	1623.1 ^b	1030.0 ^a	0.634 ^b

^{a, b}. Medias en una misma columna con superíndices diferentes difieren significativamente ($p < 0.05$).

Análisis estadístico. Se muestra el análisis de varianza aplicado a los cuatro tratamientos para las variables de: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Para la ganancia de peso y la conversión de alimento únicamente hubo diferencia estadística significativa entre las dietas A y D. En el consumo de alimento no se presentó diferencia estadística significativa entre las cuatro dietas (Tabla 7).

CONCLUSIONES

Como conclusión del análisis estadístico de los resultados de este experimento de alimentación de pollitos, se puede aventurar que la pasta de soya de una dieta para pollos puede ser sustituida hasta en un 20 % por harina de cucaracha, sin mostrar diferencias en la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia (Tabla 7).

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1984.** Association of official analytical chemists. 1984. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE AOAC. 14th. Ed. Washington dc. the Association.
- ÁVILA, G.E. 1990.** ALIMENTACIÓN DE LAS AVES. Ed. UNAM, México, DF, México.
- AGRAWAL, O.P. 1981.** STUDY ON THE PARAMETERS OF DIGESTION IN *PERIPLANETA AMERICANA* L. *Experientia*. 37 (8): 840-42.
- BLAND, R.G. 1978.** HOW TO KNOW THE INSECTS. 3TH. ED. THE PICTURE KEY NATURE SERIES, Dubuque, Iowa, USA. 408.
- BORAIKO, A.A. 1981.** THE INDOMITABLE COCKROACH. *National Geographic*. January. 130-142.
- BURSELL, E. 1974.** INTRODUCCIÓN A LA FISIOLÓGIA DE LOS INSECTOS. Ed. Alhamabra, S.A. Madrid, España. 350.
- CONCELLÓN-MARTÍNEZ A. 1978.** NUTRICIÓN ANIMAL APLICADA: PRINCIPIOS GENERALES. Ed. Aedos, Barcelona, España.

- IMSS, A.D. 1973.** INCLUDING THE ANATOMY, PHYSIOLOGY DEVELOPMENT AND CLASSIFICATION OF INSECTS. 9th. Ed. Chapman and Hall, Ltd; Londres. 886.
- FAO, 1968.** AMINO ACID CONTENT OF FOOD AND BIOLOGICAL DATA ON PROTEINS. M. Autret, Rome.
- JAQUES, H.E. 1973.** THE INSECTS. 2nd.Ed. Pictured key nature series, Dubuque, Iowa, USA. 75.
- KOMIYAMA, K. & K. OGATA. 1981.** OBSERVATIONS ON THE LIFE HISTORY OF THE JAPANESE COCKROACH PERIPLANETA JAPONICA (KANY) UNDER OUTDOOR CONDITIONS. Japanese Journal of Sanitary Zoology. 32 (2): 111-115.
- METCALF, F.C.L. & W.P. FLINT. 1982.** INSECTOS DESTRUCTIVOS E INSECTOS ÚTILES, SUS COSTUMBRES Y SU CONTROL. 4^a. Ed. CECSA, México, DF, 1208.
- RAMOS-ELORDUY, J. 1977.** "Valor nutritivo de ciertos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo", en ANALES DEL INSTITUTO DE BIOLOGÍA DE LA UNAM, **48(1): 165-185.**
- RAMOS-ELORDUY, J. 1982.** LOS INSECTOS COMO FUENTES DE PROTEÍNAS EN EL FUTURO. Ed. Limusa. México. 144.
- . **1984.** ESOS DELICIOSOS INSECTOS COMESTIBLES. Geografía Universal. 18(2): 147-160.
- REYES, CP. 1987.** BIOESTADÍSTICA APLICADA. México, DF. Ed.Trillas.
- ROSS, H.H. 1982.** INTRODUCCIÓN A LA ENTOMOLOGÍA GENERAL Y APLICADA. 5^a.Ed. Omega. Barcelona, España. 535.
- SHAPIRO, JP., JH. LAW & MA. WELLS. 1985.** "Lipid transports in insects", in ANN. REV. ENTOMOL. **33:297-318.**
- SOSA DE PRO E., 1981.** MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS PARA ALIMENTOS DE CONSUMO ANIMAL. Chapingo, México DF.
- TEJADA, HI. 1982.** CONTROL DE CALIDAD Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS PARA ANIMALES. Ed. Sistema Educativo Continua en Producción Animal, AC, México.
- TRIAS, AM. 1988.** "Doña cucaracha, esa eterna dama nocturna", en REVISTA DE GEOGRAFÍA UNIVERSAL. **21(1): 39-47.**
- URL, L. 1964.** THE INSECTS. Colombia. University Press. NY. 292.
- VINIEGRA, G. 1982.** CUADERNOS DE NUTRICIÓN. Vol. 5 No. 5 y 6. Instituto de Nutrición "Salvador Subiran". México. 26-27.
- VAN DE KAMER JH & L. VAN GINKEL. 1952.** RAPID DETERMINATION OF CRUDE FIBER IN CEREALS. Cereal Chem. 46: 825

