

## UTILIZACIÓN DE HUMUS DE LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida* Saligny, 1826) EN LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS\*

Derly Tatiana Suárez-Cardoso<sup>1,4</sup>, Karen Lorena Ríos-Cruz<sup>1,4</sup>,  
Lina María Peñuela-Sierra<sup>3,6</sup>, Román David Castañeda-Serrano<sup>2,6</sup>

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la sustitución de concentrado comercial por niveles de humus de lombriz roja californiana (lombricompuesto), sobre los parámetros productivos, la calidad del huevo y la viabilidad económica. Se utilizaron 120 gallinas ponedoras de la línea Hy-line W-36 de 90 semanas de edad, que fueron distribuidas en un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones de 3 aves en cada unidad experimental. Los tratamientos consistieron en la sustitución del concentrado comercial por niveles de lombricompuesto, de la siguiente manera: T1: 100% concentrado; T2: 90% concentrado y 10% lombricompuesto; T3: 80% de concentrado y 20% de lombricompuesto; y T4: 70% de concentrado y 30% de lombricompuesto. Se evaluaron los parámetros, la calidad de huevo y análisis económico. Los resultados obtenidos para parámetros productivos en las aves no muestran diferencias ( $P > 0,05$ ). Los indicadores de calidad del huevo mostraron diferencias ( $P < 0,05$ ) en el color de la yema y grosor de la cáscara; a medida que aumentó la sustitución del concentrado por el lombricompuesto, los demás parámetros de calidad de huevo evaluados no fueron alterados. Se concluyó que la inclusión de niveles de sustitución de concentrado comercial por lombricompuesto no altera los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy Line W-36 con 90 semanas de edad. Sin embargo, el color de la yema del huevo y el espesor de la cáscara disminuyeron a medida que aumenta el nivel de lombricompuesto en la dieta. Por otro lado, la utilización de lombricompuesto en dietas para gallinas ponedoras disminuye los costos de producción hasta en un 20%. De esta manera, el lombricompuesto surge como una alternativa alimenticia para disminuir los costos de producción para pequeños avicultores.

**Palabras clave:** alimentación alternativa, calidad de huevo, producción sustentable.

\* FR: 20-XI-2015. FA: 30-IV-2016.

<sup>1</sup> Grupo de Investigación IMPRONTA – Universidad Cooperativa de Colombia.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Departamento de Producción Animal - Universidad del Tolima, Ibagué-Tolima, Colombia.

<sup>3</sup> Profesor Investigador, Departamento de Sanidad Animal – Universidad del Tolima, Ibagué-Tolima, Colombia.

<sup>4,5</sup> Estudiantes Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Ibagué.

<sup>6</sup> Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios – Universidad del Tolima. [Impenuelas@ut.edu.co](mailto:Impenuelas@ut.edu.co)

### CÓMO CITAR:

SUÁREZ-CARDOSO, D.T., RÍOS-CRUZ, K.L., PEÑUELA-SIERRA, L.M. & CASTAÑEDA-SERRANO R.D., 2016.- Utilización de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida saligny*, 1826) en la alimentación de gallinas ponedoras. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 20 (1): 43-51. DOI: 10.17151/bccm.2016.20.1.4



## USE OF CALIFORNIAN RED EARTH WORMS (*Eisenia foetida* Saligny, 1826) HUMUS IN THE FEEDING OF LAYING HENS

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of substituting commercial concentrate food for levels of Californian red earth worm humus (vermicompost) on performance parameters, egg quality and economic viability. A total of 120 ninety weeks old laying hens of the Hy-Line W-36 were used, which were distributed in a completely randomized design with four treatments and ten repetitions of three hens in each experimental unit. Treatments consisted of the substitution of commercial concentrate food by levels of vermicompost as follows: T1: 100% concentrate food diet; T2: 90% concentrate food diet and 10% vermicompost; T3: 80% concentrate food diet and 20% vermicompost; T4: 70% concentrate food diet and 30% vermicompost. The quality of the egg and economic analysis parameters were evaluated. The results obtained for productive parameters in the birds do not show differences ( $P > 0,05$ ). The egg quality indicators showed differences ( $P < 0,05$ ) in yolk color and thickness of the shell; as the substitution of concentrate food diet for earthworm humus increased the other egg quality parameters evaluated were not altered. It is concluded that the inclusion of replacement levels of concentrated food diet for vermicompost does not alter the production parameters in 90 weeks old laying hens of Hy line Line W-36. However the color of the egg yolk and the thickness of the shell decreased as the vermicompost level increased in the diet. On the other hand, the use of vermicompost in diets for laying hens reduced production costs by up to 20%. Thus vermicompost emerges as a food alternative to reduce production costs for small poultry farmers.

**Key words:** alternative feeding, egg quality, sustainable production.

### INTRODUCCIÓN

La avicultura en Colombia atraviesa actualmente un desafío en el sistema de producción, debido al aumento de precio de ingredientes fundamentales de la dieta, altos costos de aminoácidos sintéticos, como la metionina, y consecuentemente aumento del costo de producción. Dentro de este contexto, los pequeños avicultores (autoconsumo – aves traspatio), se ven más perjudicados ya que no cuentan con la tecnología y recursos necesarios para sobrevivir o competir en medio de la crisis, debido al aumento constante en el precio de las materias primas. De esta manera, muchos están destinados a desaparecer en un mundo globalizado y altamente competitivo. ROMERO (1999) afirma que para evitar ese catastrófico evento, los gobiernos nacional y regional deben buscar alternativas y políticas proteccionistas para las personas que viven y producen a pequeña escala.

El sector avícola cada vez depende más del contexto internacional donde los granos, principalmente maíz y soya, son los principales ingredientes de las dietas (FENAVI, 2012), se comportan en el mundo comercial como *commodities*, en un mercado competitivo y especulativo. En este contexto, es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que puedan beneficiar a los pequeños avicultores, para bajar los costos de producción y propiciar la sostenibilidad de las producciones de agricultura familiar. Por otro lado, se resalta la importancia de este tipo de explotaciones, para garantizar la seguridad alimentaria de las comunidades rurales del país, a través de la producción de huevo, alimento con alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales, ácidos grasos saturados e insaturados, que junto con otras sustancias como la luteína y la colina, ha servido para que entidades relacionadas con la nutrición y la salud consideren al huevo como alimento recomendable para una dieta variada, equilibrada y vital en la dieta humana (FAO, 1987).

Entre tanto, en la búsqueda de fuentes alimenticias, el lombricompuesto surge como una alternativa para alimentar las gallinas ponedoras, ya que posee un nivel medio de proteína cruda y alto contenido de minerales, nutrientes que pueden ser aprovechados por las gallinas, disminuyendo los costos de producción.

La lombricultura adquiere vigencia por su gran utilidad, puesto que permite reciclar los desechos orgánicos, que generalmente constituyen un problema ambiental por la contaminación que producen y por medio de este proceso se puede obtener el lombricompuesto para utilizarlo como fertilizante en suelos degradados, generación de proteína animal para uso humano y animal, entre otras. Son escasos los trabajos de investigación, que estudian la utilización de lombricompuesto en la alimentación animal, especialmente en gallinas ponedoras. Sin embargo, por su composición hay un alto potencial para utilizarlo, especialmente en la agricultura familiar (ESCOBAR, *et al.*, 1998).

El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar los efectos de la sustitución de concentrado comercial por el lombricompuesto en gallinas ponedoras, sobre los parámetros productivos, la calidad del huevo y la viabilidad económica, buscando ofrecer una alternativa alimenticia para los pequeños avicultores del país y contribuir para garantizar la seguridad alimentaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia, durante 56 días divididos en cuatro ciclos de 14 días. Se utilizaron 120 gallinas ponedoras de la línea HyLine Blanca, con 90 semanas de edad alojadas en un galpón de 9 por 6 metros con mallas laterales a prueba de pájaros cubierto con tejas de asbesto con doble caída

de agua, el galpón cuenta con nueve módulos subdivididos en submódulos de 3 jaulas individuales, con bebederos automáticos por jaula y un comedero por cada 3 jaulas. Todas las aves fueron mantenidas en buen estado sanitario, se encontraban en primer ciclo de producción y con el esquema de vacunación propuesto por la casa comercial durante su vida productiva. El trabajo de investigación recibió la aprobación del comité de ética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Cooperativa de Colombia.

Durante el experimento se midió el fotoperiodo, las temperaturas máximas y mínimas y la pluviosidad. Las aves se distribuyeron en un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 10 repeticiones de 3 aves en cada unidad experimental. Los tratamientos consistieron en la sustitución del concentrado comercial por niveles de lombricompuesto, de la siguiente manera: T1 = 100% concentrado; T2 = 90% concentrado y 10% lombricompuesto; T3 = 80% concentrado y 20% lombricompuesto y T4 = 70% concentrado y 30% lombricompuesto. Antes del inicio de los periodos experimentales, se implementaron 8 días de adaptación al nuevo alimento.

Se determinó la composición química de los ingredientes de las dietas experimentales (Tablas 1 y 2). Los análisis de composición química del lombricompuesto (MS, PB, EE, FC, MM) fueron realizados en el Laboratorio de Ecofisiología de la Universidad del Tolima, y los análisis de Ca y P del mismo fueron realizados en el laboratorio LASEREX de la Universidad del Tolima.

**Tabla 1.** Composición química del lombricompuesto y el concentrado comercial utilizados en las dietas experimentales (%).

Alimentos <sup>1</sup>	MS	PB	EE	FC	MM	Ca	P
Concentrado	88	16,2	3,1	5,6	12,5	3,6	0,4
Lombricompuesto <sup>1</sup>	87	11,2	0,3	3,8	36	0,5	12

<sup>1</sup> MS= materia seca; PB= proteína bruta; EE= extracto etéreo; FC= fibra cruda; MM= materia mineral; Ca= Calcio; P= fósforo.

<sup>2</sup> Ácidos húmicos: 0,43 %; Ácidos fúlvicos: 0,53 %.

**Tabla 2.** Composición porcentual y química de las dietas experimentales.

	Composición de las dietas experimentales (% en la MS)			
	0	10	20	30
Concentrado	100	90	80	70
Lombricompuesto	0	10	20	30
PC	16,2	15,7	15,2	14,7
EE	3,1	2,8	2,5	2,3
FC	5,6	5,4	5,2	5,1
Cenizas	12,5	16,1	19,6	23,2
Calcio	3,6	3,3	3,0	2,7
Fósforo	0,4	1,6	2,7	3,9

El lombricompuesto que se suministró a las aves fue obtenido como producto del proceso de compostaje realizado por las lombrices, que utilizan como sustrato la conejaza; luego de un mes de compostaje, el lombricompuesto se secó al sol por un periodo de 3 a 5 días de acuerdo con las condiciones ambientales. Posteriormente, el lombricompuesto fue molido mediante un molino de cuchilla tipo *Willey*, utilizando tamiz de 5 mm.

Las evaluaciones se realizaron durante 4 ciclos experimentales de 14 días. Los últimos 5 días de cada ciclo se recolectaron las sobras de los comederos y se calculó el consumo diario de ración. Los huevos fueron recolectados diariamente y anotados por unidad experimental para determinar la producción total de huevos, porcentaje de postura, conversión alimenticia kg/kg y conversión alimenticia kg/docena.

En los cinco últimos días de cada ciclo, todos los huevos fueron pesados individualmente en balanza de precisión y posteriormente se analizaron la calidad de la cáscara del huevo, por gravedad específica y porcentaje de cáscara. El test de gravedad específica fue realizado después de la colecta de huevos por inmersión de los mismos en diferentes soluciones salinas, con densidades de 1,070; 1,075; 1,080; 1,085 y 1,090 g/mL. Estas soluciones salinas se midieron con hidrómetro el cual determina la gravedad específica de un líquido. El hidrómetro flota primero en un líquido de referencia (agua) y el desplazamiento del agua se marca en el tallo; luego, al ponerlo en un líquido con nueva densidad éste flota y marca la gravedad específica del mismo a través de la diferencia en el desplazamiento.

Después de pesar cinco huevos por tratamiento fueron quebrados y colocados en una superficie de vidrio donde se evaluó el color de la yema utilizando el abanico de Roche<sup>®</sup>, luego se midió la altura de la clara espesa con paquímetro (calibrador). Las claras fueron separadas de las yemas y se midió el pH de cada una. La calidad interna del huevo fue medida por la unidad "Haugh" siguiendo la metodología de Jones and Musgrove (2005), y calculada por la siguiente fórmula:

$$UH = 100 \log (h - 1,7 p + 7,6)$$

UH = Unidad Haugh

h = Altura de la albúmina densa (mm)

p = Peso del huevo (g)

Para determinar el porcentaje de cáscara de los huevos, se recolectaron 5 huevos por tratamiento, los cuales fueron identificados pesados y quebrados. Las cáscaras se lavaron y se secaron a temperatura ambiente por 48 horas, posteriormente, se pesaron, y se calculó el porcentaje de cáscara en relación al peso del huevo. En seguida, se midió el espesor de las cáscaras por medio de un micrómetro marca Mitutoyo<sup>®</sup> IP 65, con precisión de 0,01 mm.

Al culminar el proceso de la investigación se realizó la evaluación económica. Utilizando el costo del concentrado comercial y el costo del lombricompuesto se calculó el costo de las dietas experimentales por kilogramo de huevo producido, según Bellaver *et al.* (1985), de acuerdo con las siguientes ecuaciones:  $Y_i (\$/\text{kg}) = Q_i \times P_i / G_i$ , donde:  $Y_i$  = costo de la dieta por kg de huevo producido;  $Q_i$  = cantidad de dieta consumida;  $P_i$  = precio por kg de la dieta utilizada en cada tratamiento;  $G_i$  = producción de huevo en cada tratamiento. Fue calculado también el índice de eficiencia económica (IEE) y el índice de costo (IC), según metodología propuesta por Gomes *et al.* (1991).  $IEE (\%) = M_{Ce} / C_{Tei} \times 100$  e  $IC (\%) = C_{Tei} / M_{Ce} \times 100$  donde:  $M_{Ce}$  = menor costo de la dieta por kg de huevo observado entre los tratamientos;  $C_{Tei}$  = costo del tratamiento considerado.

Para los costos de producción se consideró solamente el costo de la ración, teniendo en cuenta que todos los demás costos fueron los mismos para todas las dietas experimentales. El costo de la ración para producir un kilogramo de huevo fue determinado considerando la cantidad de alimento necesaria para la producción de un kg de huevo y el precio por kg de alimento. El costo de las raciones fue determinado al considerarla composición de las mismas y el precio de los ingredientes obtenidos en septiembre de 2013.

Para determinar el costo del lombricompuesto se consideró la mano de obra para el procesamiento del mismo (\$225), la depreciación del molino para el procesamiento (\$15), el costo de establecimiento del lombricompuesto (\$15) y el costo de mantenimiento (\$45), totalizando un costo de \$300 por kg de lombricompuesto.

Con excepción de los datos económicos, los demás datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza y cuando se observaron efectos significativos para los tratamientos, se realizó regresión polinomial, adoptándose 5% de significancia, utilizando el sistema computarizado InfoStat (BALZARINI *et al.*, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 3, se exponen las variables de desempeño, las cuales no mostraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) con respecto a la substitución de niveles de concentrado por lombricompuesto en cada una de las dietas experimentales; por lo cual es posible afirmar que se puede sustituir hasta un 30% del concentrado sin obtener cambio alguno en las variables de producción de las aves utilizadas en ésta investigación. La composición química del lombricompuesto (Tabla 1), muestra que es un alimento alternativo, con alta concentración de fósforo y contenido medio de proteína.

**Tabla 3.** Consumo (g), Peso del huevo (g), CA - Conversión alimenticia (kg/kg) y porcentaje de postura en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de sustitución de concentrado comercial por lombricompuesto.

Variable	Tratamientos <sup>1</sup>				Media	EEM	Valor P
	100C	90C:10L	80C:20L	70C:30L			
Consumo	93,15	95,69	93,43	94,04	94,07	0,86	0,58
Peso de huevo	68,16	66,79	67,41	67,23	67,39	0,48	0,64
CA	1,37	1,43	1,39	1,40	1,39	0,02	0,76
% de postura	63,51	63,21	59,52	59,64	61,47	1,97	0,66

<sup>1</sup>Tratamientos 100C= 100% concentrado, 0% lombricompuesto, 90C:10L= 90% concentrado, 10% lombricompuesto; 80C:20L= 80% concentrado, 20% lombricompuesto; 70C:30L= 70% concentrado, 30% lombricompuesto.

Con relación a la calidad del huevo (Tabla 4), se observó que el color de la yema y el espesor de la cáscara disminuyen ( $P < 0,05$ ) a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de lombricompuesto en la dieta. Existen aditivos específicos que son utilizados normalmente en concentrados comerciales para intensificar el color de la yema, como es el caso de las xantofilas rojas y amarillas, que en el momento de realizar la sustitución del concentrado por el lombricompuesto, estarían disminuidas con respecto a la dieta 100% comercial, lo que explicaría la disminución del color de la yema del huevo en estas aves. Por otro lado, se puede explicar la disminución del espesor de la cáscara, ya que en la composición nutricional del lombricompuesto (Tabla 1), se observa claramente un aumento substancial de la cantidad de P y poca concentración del nivel de Ca. Así, en la sustitución del lombricompuesto por la dieta comercial, la relación ideal Ca:P2:1 se pierde, ocasionando que el metabolismo de estos minerales se obstruya, y consecuentemente no exista la absorción necesaria para depositar Ca en la cáscara, desencadenando la disminución del espesor de la misma.

Aunque en la composición química de los alimentos el lombricompuesto revela alto porcentaje de fósforo y bajo porcentaje de calcio, según UNDERWOOD & SUTTLE, (2001) y APPLGATE *et al.*, (2003), las aves toleran el exceso de Pen la dieta debido a su excreción a través del sistema urinario y digestivo, ya que poseen mecanismos homeostáticos que eliminan el mineral. Por otro lado, un problema importante en gallinas de postura, conforme avanza la edad de producción, es la reducción de la calidad del cascarón que depende, entre otros factores, del nivel de Ca en la dieta (ELAROUSSI *et al.*, 1994). Cascarones rotos o con fisuras causan pérdidas económicas a los productores de huevo (LAVELIN *et al.*, 2000). BAR *et al.*, (2002), sugieren, para una óptima producción y calidad del cascarón, un consumo de 3,6 g de Ca por ave por día en gallinas de 76 semanas de edad y de segundo ciclo de postura. De acuerdo con los resultados de este estudio, se sugiere tener en cuenta la relación Ca:P en la dieta, debido a que el lombricompuesto posee una elevada cantidad de fósforo y baja cantidad de Ca.

**Tabla 4.** Densidad (g/cm<sup>3</sup>), Color (Escala de Roche), Peso cáscara (g), Espesor de la cáscara (micras), Alt. Albúmina - Altura de albúmina (mm), Altura yema (mm), pH albumina, pH yema y unidad Haugh (UH), en huevos de gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de sustitución de concentrado comercial por lombricompuesto.

Variable	Tratamientos <sup>1</sup>				Media	EEM	Valor P
	100C	90C:10L	80C:20L	70C:30L			
Densidad	1072,4	1071,9	1072,9	1072,8	1072,5	0,32	0,92
Color <sup>2</sup>	11,09	10,61	10,45	10,34	10,62	0,14	0,01
Peso cáscara	5,65	5,47	5,58	5,59	5,57	0,06	0,85
Espesor cáscara <sup>3</sup>	34,74	33,61	33,61	33,38	33,83	0,30	0,01
Alt. Albúmina	6,45	6,63	6,86	6,41	6,58	0,15	0,25
Altura yema	17,06	17,01	17,05	17,11	17,05	0,15	0,81
pH albúmina	7,55	7,49	7,48	7,50	7,50	0,03	0,65
pH yema	6,09	6,10	6,04	6,10	6,08	0,02	0,94
UH	76,33	78,16	79,45	75,74	77,42	1,22	0,61

<sup>1</sup>Tratamientos 100C= 100% concentrado, 0% lombricompuesto, 90C:10L= 90% concentrado, 10% lombricompuesto; 80C:20L= 80% concentrado, 20 % lombricompuesto; 70C:30L= 70% concentrado, 30% lombricompuesto.

<sup>2</sup>Ecuación de regresión:  $Y = 0,235X - 11,2$   $R^2 = 0,5$

<sup>3</sup>Ecuación de regresión:  $Y = 0,42X - 34,92$   $R^2 = 0,4$

El análisis económico (Tabla 5) muestra que la sustitución del 30% de concentrado por lombricompuesto es rentable para llevar a cabo una alimentación adecuada con bajos costos y crecimiento de ganancias, teniendo en cuenta el gasto que se realiza en compra de concentrado con respecto a la ganancia obtenida por huevo producido, pues evidencia el menor costo de producción.

El costo de alimentación (\$/kg) en los tratamientos T2; T3 y T4 representó un ahorro de 8, 15 y 22%, respectivamente con relación al tratamiento control, lo que constituye un beneficio al implementar el lombricompuesto como una opción en alimentación alternativa para las aves de postura, pues disminuye favorablemente los costos en la alimentación avícola. Además, el costo por kg de huevo resultó casi \$300 pesos más económico. Sin embargo, hay que resaltar que el detrimento de la calidad del huevo en el T4 es un punto negativo, lo cual restringe la utilización del lombricompuesto a un 20%. No obstante, es necesario incluir fuentes aditivos naturales y fuentes de calcio para mejorar la calidad del huevo en sistemas de alimentación alternativa para gallinas ponedoras orientadas para pequeñas y medianas producciones de tipo familiar.

**Tabla 5.** Costo de alimento (\$/kg), Costo de alimento por kg de huevo producido, índice de eficiencia económica (IEE), índice de costo (IC) de ponedoras alimentadas con niveles crecientes de lombricompuesto.

Variable	Niveles de Lombricompuesto			
	0	10	20	30
Costo de la dieta (\$/kg)	1100	1020	940	860
Costo (\$/kg de huevo)	2367,030	2311,902	2188,905	2017,02
IEE (%)	85,21	87,25	92,15	100
IC (%)	117,35	114,62	108,52	100

## CONCLUSIONES

En las condiciones de este estudio, la sustitución de concentrado comercial hasta un 30% por lombricompuesto no altera los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy Line W-36 con 90 semanas de edad. Sin embargo, el color de la yema y el espesor de la cáscara del huevo se perjudican, a medida que aumenta el nivel de lombricompuesto en la dieta.

El lombricompuesto surge como una alternativa alimenticia para disminuir los costos de producción, principalmente en pequeños avicultores.

Se sugiere desarrollar otros estudios donde se realice un balanceo de dietas teniendo en cuenta una correcta relación Ca:P. Por otro lado, también se recomienda adicionar aditivos comerciales o naturales para mejorar el color de la yema.

## REFERENCIAS

- APPLEGATE, T. J., ANGEL R., & CLASSENH. L., 2003.- Effects of dietary calcium, 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on intestinal phytase activity in broiler chickens. *Poultry Science*, 82:1140-1148.
- BALZARINI, G. M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, I. A.; GONZÁLEZ, L. A. & ROBLEDO, C.W. 2001.- Software estadístico. INFOSTAT. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- BAR, A., RAZAPHKOVSKI, V. & VAX., E. 2002.- Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *Br. Poultry Science*, 43:261-269.
- ELAROUSSI, M. A., FORTE, L. R., EBERS. L. & BIELLER, H. V., 1994.- Calcium homeostasis in the laying hen. 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Science*, 73: 1581-1589.
- ESCOBAR, C. *et al.*, 1998.- *Tecnología para la producción de lombricompuesto. Alternativa para desarrollar una agricultura sostenible*. Producción Editorial PRODUMEDIOS.
- FAO., 1987.- *El minifundio en América Latina*. División de Recursos Humanos, Instituciones y Reforma Agraria/Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.
- FENAVI., 2012.- Federación Nacional de Avicultores de Colombia-FENAVI., 192, Feb.
- JONES D, MUSGROVE, M.T., 2005.- Effects of Extended Storage on Egg Quality Factors. *Poultry Science*, 84:1774-1777.
- LAVELIN, I. MEIRI, N., & PINES, M., 2000.- New insight in eggs shell formation. *Poultry Science*, 79: 1014-1017.
- MEJÍA ARAYA, P., 2005.- *Manual de Lombricultura*. Agroflor Lombricultura.
- ROMERO, R., 1999.- Alternativas de alimentación sostenible en la producción avícola. En: *Memorias del I seminario internacional sobre avances en nutrición y alimentación animal*. Medellín: Universidad de Antioquia..
- UNDERWOOD, E., & SUTTLE, N., 2001.- The Mineral Nutrition of Livestock. *CABI Publishing*, London, U.K.
- YESILGAB, D., 2005.- The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Veterinári Medicina*, 50: 406-410.