

# EVALUACION DE LA *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* SOBRE LA PIGMENTACION DE LA YEMA DE HUEVOS DE GALLINAS PONEDORAS Y LA INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD

## Evaluation of *Leucaena leucocephala* as egg yolk pigmentant of laying hens and its influence on productivity.

Neyda M. Parra de Solano

Facultad de Ciencias Veterinarias  
Universidad del Zulia  
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

### RESUMEN

**Palabras claves:** *Leucaena leucocephala*, pigmentación, huevos, gallinas, ponedoras, productividad.

Se realizó un ensayo para evaluar diferentes niveles (0%, 1%, 2%, 3% y 4%) de *Leucaena leucocephala* en la ración, como pigmentante de la yema de huevos de gallinas ponedoras durante las tres fases de producción; F1: 22-40 semanas, F2: 40-60 semanas y F3: 60-72 semanas de edad. 144 gallinas fueron seleccionadas para cada uno de estas fases y asignadas al azar a cada uno de los tratamientos o raciones del ensayo. Las raciones fueron designadas como 0% LI; 1% LI; 2% LI; 3% LI y 4% LI, correspondiendo a 0, 1, 2, 3 y 4% de *Leucaena leucocephala*. Se utilizó una ración control (C) de fórmula comercial con pigmentante sintético. Las raciones fueron isoproteicas e isocalóricas, además estaban balanceadas adecuadamente con minerales, vitaminas y aminoácidos según lo establecido en las tablas de las NAS-NRC. (Requerimientos de las Aves). Los valores promedios de pigmentación de la yema de los huevos para la fase 1 fueron: 1.004; 2.009; 2.314; 3.105; 3.956 y 4.487. Para la fase 2 fueron: 1.036; 1.839; 2.201; 3.197; 3.601 y 4.103. Para la fase 3 fueron: 1.020, 2.206; 2.845; 3.274; 4.063 y 4.159. Todos estos valores para las raciones 0% LI; 1% LI; 2% LI; 3% LI; 4% LI y C respectivamente para cada fase, observándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos e inclusive interacción entre éstos y las fases de producción. A medida que se incrementaba el nivel de *Leucaena leucocephala* en la ración, se elevaba la pigmentación de la yema de los huevos, favoreciéndose más los tratamientos o raciones con 3 y 4% de *Leucaena leucocephala* por su cercanía a la pigmentación del tratamiento Control. Se evaluó también el efecto de la *Leucaena leucocephala* en la calidad interna y externa de los huevos, en la producción de huevos, consumo y conversión alimenticia, mortalidad y ganancia diaria de peso vivo. No se observaron efectos adversos en estas variables, con excepción de la ración con 4% de *Leucaena leucocephala*, que reportó menores valores en la calidad interna del huevo en la fase 3.

### ABSTRACT

A trial was carried out to evaluate different levels (0%, 1%, 2%, 3% and 4%) of *Leucaena leucocephala* in the feed, as egg yolk pigmentant for laying hens at three laying phases, F1: 22-40 weeks, F2: 40-60 weeks and F3: 60-72 weeks of age. 144 hens were selected and randomly allotted for each phase and assigned to each one of the treatment diets. The feeding regimes 0% L, 1% LI, 2% LI, 3% LI and 4% LI, showing the level of *Leucaena leucocephala* contents. A control diet C was a commercial feed with synthetic pigmentants. Isoproteic and isocaloric diets were balanced for mineral, vitamin and aminoacid contents as established by the NAS-NRC poultry requirements. Mean pigmentation values of egg yolk for Phase 1 were: 1.004, 2.009, 2.314, 3.105, 3.956 and 4.487. Phase II: were 1.036, 1.839, 2.201, 3.197, 3.601 and 4.103. Phase III: 1.020, 2.206, 2.854, 3.274, 4.063, and 4.159. Significant difference ( $P < 0.05$ ) was reported between treatment diets with interaction among treatments and production phases. It was found increased egg yolk pigmentation proportional to the % increase of *Leucaena leucocephala* in the feed, being higher at the 3% and 4% levels, which were closer to the control diet pigmentation. Effect of *Leucaena leucocephala* was also evaluated on the internal and external quality of eggs, egg production level, feed intake and feed conversion, mortality and daily weight gain of the hens. No adverse effects were reported. The 4% LI diet showed the lowest values on internal egg quality, particularly for Phase III.

**Key words:** *Leucaena leucocephala*, pigmentation, eggs, laying hens, productivity.

## INTRODUCCION

La presencia de una pigmentación uniforme en la yema de los huevos de gallinas ponedoras comerciales, representa para la industria avícola [13], un factor importante desde el punto de vista económico, ya que para el consumidor, esta pigmentación es sinónimo de calidad nutricional y buen sabor de los huevos. Sin embargo estas características no tienen ninguna relación con el grado de pigmentación de la yema de los huevos [16, 31, 32], ya que las xantófilas naturales, o las sustancias que le confieren el color a la yema de los huevos y a la piel de las aves no tienen ningún valor nutricional para el consumidor. Tradicionalmente, se han venido utilizando como fuentes de xantófilas [26] en la alimentación de aves, el maíz amarillo, la harina de gluten de maíz [3, 27, 35], los concentrados de alfalfa deshidratada [6] y las harinas de flores de marigold [1, 9, 28] o clavel de muerto, destacándose el maíz amarillo, por ofrecer mayor uniformidad en la pigmentación. Sin embargo, en virtud de las fluctuaciones en cuanto a disponibilidad de maíz amarillo, así como también a las amplias variaciones en el contenido de pigmentos naturales de las otras fuentes, se ha incrementado el uso de los pigmentantes sintéticos, los cuales son de gran estabilidad, pero su elevado costo y las restricciones en su uso por algunos países, los limitan como pigmentantes comerciales [7, 21, 22, 33]. Una leguminosa tropical, la *Leucaena leucocephala*, originaria de México y América Central [5, 8, 15, 29], además de reportar un elevado contenido en proteína, minerales y  $\beta$  caroteno, es muy rica en pigmentos xantófilos, estimados entre 741 y 766 mg/kg. de materia seca, por lo que se presume que sea capaz de proveer la adecuada pigmentación en la yema de los huevos de gallinas ponedoras sin afectar los parámetros de calidad del huevo [18] ni de la productividad de la gallina ponedora.

## MATERIALES Y METODOS

El efecto pigmentante de las hojas de *Leucaena leucocephala*, fue estudiado en cuatro etapas:

### 1º. Cosecha y procesamiento del follaje de *Leucaena leucocephala*.

La cosecha del follaje de *Leucaena leucocephala*, fue realizada en el CEPA\*, ubicado en el Municipio Chiquinquirá, Distrito Urdaneta del Estado Zulia, a la altura del kilómetro 25 de la vía Maracaibo-Machiques. El corte del follaje de *Leucaena leucocephala* se efectuó sobre plantas de seis meses de edad, y el material verde que se cosechó comprendía solamente hojas y tallos finos. Una vez homogeneizado el material verde, se tomó una muestra y se analizó en el laboratorio de Nutrición Animal del CEPA, para determinar el porcentaje de xantófilas, materia seca y proteína cruda, así como también se efectuó el análisis de Van Soest [26]. El material verde cosechado fue extendido sobre un piso de cemento liso durante 48 horas para ser secado al aire y posteriormente fue molido en molinos de

martillo, para obtener la harina de *Leucaena leucocephala* que sería incorporada a las raciones e identificada como para los diferentes tratamientos de este trabajo.

### 2º. Formulación y Preparación de las Raciones.

La elaboración de las raciones se llevó a cabo en una Planta Procesadora de Alimentos comerciales\*\*.

Todas las raciones fueron formuladas para contener 17% de proteína cruda y 2800 kilocalorías de energía digestible por kilogramo. Estos niveles, además de los aminoácidos esenciales, especialmente Lisina y Metionina fueron establecidos y fortificados con vitaminas y minerales, según requerimientos nutricionales de las aves [25], para gallinas ponedoras como se especifica en la TABLA I.

Las raciones fueron ofrecidas en forma de harina. Se analizaron en el Laboratorio por el Método Proximal y Van Soest [2], a fin de verificar su composición nutricional durante todo el ensayo. Las raciones preparadas e identificadas se empacaron en bolsas de papel de 40 Kg. y se trasladaron a las granjas donde se realizó el ensayo de alimentación. Las raciones representaron los 6 tratamientos sometidos a evaluación en este trabajo y las cuales fueron las siguientes:

**Ración 1:** Tratamiento denominado (0% LI) y no contenía *Leucaena leucocephala*, ni otra fuente de pigmentante.

**Ración 2:** Tratamiento denominado (1% LI) y contenía 1% de harina de *Leucaena leucocephala*.

**Ración 3:** Tratamiento denominado (2% LI) y contenía 2% de *Leucaena leucocephala*.

**Ración 4:** Tratamiento denominado (3% LI) y contenía 3% de *Leucaena leucocephala*.

**Ración 5:** Tratamiento denominado (4% LI) y contenía 4% de *Leucaena leucocephala*.

**Ración 6:** Tratamiento control (C), el cual consistió en la ración comercial para gallinas ponedoras provista del pigmentante sintético.

### 3º. Ensayo de Alimentación de gallinas ponedoras utilizando la *Leucaena leucocephala* como pigmentante.

El ensayo de alimentación se efectuó en las granjas avícolas denominadas CAVILACA y LORENA, contiguas y ubicadas en la carretera al Autódromo de Maracaibo.

\* Centro Experimental de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia

\*\* ALINTECA. Km. 18. Perijá. Estado Zulia.

TABLA I

**COMPOSICION DE LAS RACIONES BALANCEADAS CONTENIENDO 0%, 1%, 2%, 3% Y 4%  
DE LEUCAENA leucocephala (LI)**

| INGREDIENTES         | RACIONES          |                   |                   |                   |                   |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                      | Ración 1<br>0% LI | Ración 2<br>1% LI | Ración 3<br>2% LI | Ración 4<br>3% LI | Ración 5<br>4% LI |
| Harina de Sorgo      | 61.158            | 60.725            | 60.500            | 59.541            | 58.907            |
| Harina de Soya       | 25.022            | 24.606            | 24.124            | 23.829            | 23.449            |
| Harina de Leucaena L | -                 | 1.000             | 2.000             | 3.000             | 4.000             |
| Carb. de Calcio      | 8.142             | 8.397             | 8.442             | 8.371             | 8.288             |
| Sebo                 | 3.000             | 3.000             | 2.740             | 3.000             | 3.000             |
| Fosfato              | 1.116             | 0.212             | 0.080             | 0.168             | 0.380             |
| Biophos              | 0.829             | 1.322             | 1.433             | 1.337             | 1.216             |
| Sal                  | 0.300             | 0.300             | 0.300             | 0.300             | 0.300             |
| Premezcla Vitaminas  | 0.250             | 0.250             | 0.250             | 0.250             | 0.250             |
| DL Metionina         | 0.132             | 0.139             | 0.147             | 0.153             | 0.160             |
| Premezcla Minerales  | 0.050             | 0.050             | 0.050             | 0.050             | 0.050             |
| Lisina               | -                 | -                 | 0.014             | -                 | -                 |
|                      | 100%              | 100%              | 100%              | 100%              | 100%              |

## COMPOSICION NUTRICIONAL

|                    |       |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Energía Metabol.   |       |       |       |       |       |
| Kcal/Kg.           | 2.750 | 2.750 | 2.750 | 2.750 | 2.750 |
| Proteína %         | 17.20 | 17.20 | 17.20 | 17.20 | 17.20 |
| Lisina %           | 0.86  | 0.86  | 0.86  | 0.86  | 0.86  |
| Metion-cistina %   | 0.63  | 0.63  | 0.63  | 0.63  | 0.63  |
| Calcio             | 3.70  | 3.70  | 3.70  | 3.70  | 3.70  |
| Fósforo disponible | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.40  | 0.40  |
| Fósforo total      | 0.66  | 0.62  | 0.61  | 0.62  | 0.62  |
| Fibra cruda        | 2.45  | 2.59  | 2.74  | 2.87  | 3.01  |

NOTA: La ración N° 6 es igual a la N° 1, pero adicionada con pigmentante comercial.

Se utilizaron 12 gallinas por cada uno de los 6 tratamientos con 2 repeticiones para cada tratamiento, con un total de 144 gallinas por fase de producción.

Cada tratamiento fue evaluado para cada una de las fases de postura de las gallinas, las cuales fueron las siguientes:

- (F1) desde la 22 a las 40 semanas de edad
- (F2) desde la 40 hasta las 60 semanas de edad
- (F3) desde la 60 hasta las 72 semanas de edad.

Durante las tres fases de postura se evaluó una población de 432 gallinas ponedoras bajo el mismo ambiente y manejo de

la alimentación, estrictamente controladas según el diseño experimental. A todas las gallinas se les evaluó sanitariamente, practicándose la desparasitación de rutina. El manejo previo para cada una de las fases, para el acostumbramiento al tratamiento fue el siguiente:

Las fases que se iniciaron a las 22 semanas de edad de las aves, fueron sometidas a un período de acostumbramiento a la ración pigmentante durante 15 días después de iniciado el ensayo, y esta información obtenida no fue computada.

Las que se iniciaron a las 40 y 60 semanas de edad, se les suministró un alimento sin pigmentante, 15 días antes de comenzar el ensayo, a fin de evitar los procesos de excreción de pigmento en la yema de los huevos. Se practicó rotura de huevos

al azar en los diferentes tratamientos y fases para ir observando la decoloración.

Al inicio del trabajo se registró el peso individual de las gallinas y se les ubicó al azar a cada uno de los tratamientos y fases de la siguiente manera:

Las Fases 1 y 2 se ubicaron en la granja CAVILACA en los galpones 1 y 6, respectivamente; y la Fase 3 en la granja LORENA en el galpón Nº 2. En ambas granjas se utilizó la parte externa o alero izquierdo externo para garantizar la uniformidad de las condiciones ambientales y de manejo.

Se colocaron 3 gallinas por jaula con un total de 4 jaulas por tratamiento, ubicadas en dos niveles a lo largo del alero y dejando 3 jaulas vacías entre tratamiento. El alimento era ofrecido y registrado diariamente con libre consumo de agua disponible todo el tiempo mediante bebederos automáticos de copita. Cada tratamiento fue identificado debidamente, indicando el número de la ración la réplica y la fase correspondiente. Los parámetros medidos en esta fase del ensayo, a objeto de observar el efecto de los tratamientos fueron: la ganancia o pérdida de peso, para lo cual se pesaron cada una de las gallinas al inicio y finalización del ensayo. El consumo de alimento, efectuándose mediante la diferencia entre el peso del alimento suministrado a voluntad y el peso del alimento rechazado, retirado semanalmente. La conversión alimenticia, la cual se determinó tomando en cuenta el alimento consumido y la producción de huevos durante el ensayo.

La producción de huevos, para lo cual se recolectaron y contaron diariamente todos los huevos producidos por las gallinas en todos los tratamientos y fases, expresándose en términos de porcentaje de producción semanal. La mortalidad, determinada a través del registro diario de gallinas muertas, durante el ensayo y expresado en términos de porcentaje de mortalidad.

#### 4º. Evaluación de la pigmentación y calidad interna y externa de los huevos de gallinas alimentadas con diferentes niveles de *Leucaena leucocephala*.

Para las determinaciones de calidad y pigmentación, los huevos fueron colectados diariamente, identificando cada uno con el tratamiento correspondiente, repetición, fase y fecha y, llevados al laboratorio\*. Se eliminaron los huevos rotos, pequeños y extragrandes. Seguidamente se sometieron a condiciones de almacenamiento a temperaturas de 10°C y 70% de humedad relativa por 16 horas aproximadamente para estabilizar las lecturas. El grado de pigmentación de la yema de cada uno de los huevos producidos, se determinó utilizando el abanico colorimétrico de Roche [33]. Para los cálculos de calidad interna, expresada en unidades de Haugh [18], índice de albúmen e

índice de yema, se procedió a pesar individualmente los huevos y se abrieron cada uno sobre una superficie de vidrio para medir la altura del albúmen denso; estas dos variables fueron introducidas en las siguientes formas para calcular unidades de Haugh.

$$UH = 100 \times \log H - \left[ \frac{VG (30 \times W^{0.37} - 100)}{100} + 1.9 \right]$$

UH = Unidad Haugh

H = Altura del albúmen denso en m.m.

G = Constante (32.2)

W = Peso del huevo intacto en gramos.

El índice de albúmen se obtuvo tomando en cuenta la altura y el promedio de los diámetros (mayor y menor) de la misma, por la siguiente fórmula:

$$IA = \frac{H}{DM + Dm/2}$$

IA = Índice de albúmen

H = Altura de albúmen

DM = Diámetro mayor del albúmen

Dm = Diámetro menor del albúmen

El índice de yema se obtuvo tomando en cuenta la altura de la yema y el promedio de los diámetros de la misma por la siguiente fórmula:

$$Iy = \frac{H}{DM + Dm/2}$$

Iy = Índice de yema

H = Altura de la yema

DM = Diámetro mayor de la yema

Dm = Diámetro menor de la yema

Para la determinación de la calidad externa, en términos de porcentaje de la cáscara y grosor de la misma, se lavaron las cáscaras de cada uno de los huevos con agua corriente para eliminar residuos de albúmen y se dejaron secar por 24 horas a temperatura ambiente, sin eliminar la membrana. Se pesaron

(\*) Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia.

las cáscaras para determinar el porcentaje de las mismas por la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Cáscara} = \frac{\text{Peso de cáscara}}{\text{Peso de huevo}} \times 100$$

Una vez obtenidos todos los datos de peso de cáscara, se realizó a medición del grosor de la cáscara, utilizando un micrómetro con precisión de 0.001, tomando cuatro trozos de la cáscara en la zona ecuatorial, para proceder a calcular el promedio del espesor de las mismas.

## ANALISIS ESTADISTICO

Se aplicó el paquete estadístico [22] bajo el procedimiento [11] según el modelo siguiente:

$$Y_{ijk} = u + T_i + R_j \quad Y_{ijkl} = u + T_i + R_j + F_k + T_{Fik} = E_{ijkl}$$

Las diferencias entre tratamiento se comprobaron con la prueba de Dunnet fijando = 0.05%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Cosecha y Procedimiento del Follaje de *Leucaena leucocephala*.

En la TABLA II se reporta la composición promedio de la harina de follaje de *Leucaena leucocephala*, ajustándose a lo previsto en materias y métodos

TABLA II

### VALORES PROMEDIO DE LOS ANALISIS REALIZADOS AL FOLLAJE DE *LEUCAENA leucocephala* DE 6 MESES DE EDAD.

| Muestra                                    | M.S.<br>% | P.C.<br>% | F.D.N.<br>% | F.D.A.<br>% | Lignina<br>% | Xantofila<br>mg/kg |
|--|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------------|
| Follaje de<br><i>Leucaena leucocephala</i> | 85.59     | 22.30     | 40.74       | 23.28       | 18.24        | 730                |

M.S. = Materia Seca

P.C. = Proteína Cruda

F.D.N. = Fibra Neutra Detergente

F.D.A. = Fibra Acida Detergente

### 2. Evaluación de la capacidad pigmentante de la *leucaena leucocephala* sobre la yema y calidad de los huevos.

En la TABLA III se reportan los resultados de la capacidad pigmentante de la harina de follaje de *Leucaena leucocephala*. Los resultados estadísticos indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los diferentes tratamientos, así como también en la interacción de los tratamientos por las fases de la producción. Al analizar estos resultados se observó que a medida que se incrementó el nivel de la harina de follaje en los tratamientos de

cada una de las fases de producción, se elevó, el grado de pigmentación de la yema de los huevos. Sin embargo debe resaltarse que al comparar estos tratamientos con la ración control (T6), éste evidenció el mayor grado de pigmentación, aunque la diferencia de este tratamiento control con lo que contenían 4 y 5% de *Leucaena leucocephala* fue muy baja.

El análisis de la interacción de tratamientos por fase de producción reportó diferencias significativas.

TABLA III

VALORES PROMEDIO DE LA PIGMENTACION DE LA YEMA DE LOS HUEVOS  
DE GALLINAS ALIMENTADAS CON *LEUCAENA leucocephala* A DIFERENTES NIVELES

| Tratamiento<br>Fase | T<br>1<br>(0% LI)              | T<br>2<br>(1% LI)               | T<br>3<br>(2% LI)               | T<br>4<br>(3% LI)               | T<br>5<br>(4% LI)              | T<br>6<br>(C)                  |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| F1                  | 1.004 <sup>a</sup><br>± 0.1675 | 2.009 <sup>bc</sup><br>± 0.1150 | 2.314 <sup>c</sup><br>± 0.1150  | 3.105 <sup>f</sup><br>± 0.1197  | 3.956 <sup>f</sup><br>± 0.1132 | 4.487 <sup>g</sup><br>± 0.1642 |
| F2                  | 1.036 <sup>2</sup><br>± 0.1480 | 1.839 <sup>b</sup><br>± 0.1381  | 2.201 <sup>bc</sup><br>± 0.1411 | 3.197 <sup>de</sup><br>± 0.1177 | 3.601 <sup>g</sup><br>± 0.1219 | 4.103 <sup>h</sup><br>± 0.1296 |
| F3                  | 1.020 <sup>a</sup><br>± 0.1877 | 2.206 <sup>c</sup><br>± 0.1425  | 2.845 <sup>d</sup><br>± 0.1442  | 3.274 <sup>c</sup><br>± 0.1319  | 4.063 <sup>h</sup><br>± 0.1531 | 4.159 <sup>h</sup><br>± 0.1857 |

a, b, c, d, e, f, g, h: Valores promedio señalados con diferentes letras difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

± : Desviación estandar

A pesar de que se han reportado escasas investigaciones para evaluar la capacidad pigmentante de la *Leucaena leucocephala* en la yema de los huevos de gallinas ponedoras, los resultados obtenidos en este trabajo corroboran los hallazgos previos [6,10,15,18]. Para evaluar la influencia de esta leguminosa como pigmentante y su efecto sobre la calidad de los huevos, se determinaron variables como las Unidades de Haugh [24], el índice de albúmen y de la yema y, el grosor y porcentaje de la cáscara de los huevos. Los valores promedio expresados en Unidades de Haugh, se reportan en la TABLA IV, no encontrándose diferencias atribuibles a la utilización de la *Leucaena leucocephala*, sin embargo, se se-

ñala que sus niveles de 4% en la ración (T5) en edad avanzada del ave (F3), tiende a disminuir los valores de esta variable [4]. Tomando en cuenta que las Unidades de Haugh están muy influenciadas por la calidad del albúmen, se reportan estos resultados en la TABLA V; donde igualmente, el tratamiento 5 de la fase 3 fue el más afectado.

Al comparar los valores de las Unidades de Haugh en la interacción de los tratamientos por fase de producción, se obtienen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), TABLA IV, de acuerdo a lo reportado en la literatura [10, 18, 36]

TABLA IV

VALORES PROMEDIOS DE LAS UNIDADES DE HAUGH DE LOS HUEVOS DE GALLINAS  
ALIMENTADAS CON *LEUCAENA leucocephala* A DIFERENTES NIVELES

| Tratamiento<br>Fase | T<br>1<br>(0% LI)               | T<br>2<br>(1% LI)                | T<br>3<br>(2% LI)               | T<br>4<br>(3% LI)               | T<br>5<br>(4% LI)               | T<br>6<br>(C)                   |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| F1                  | 93.063 <sup>a</sup><br>± 1.2560 | 95.258 <sup>a</sup><br>± 0.9878  | 93.874 <sup>a</sup><br>± 0.9885 | 95.494 <sup>a</sup><br>± 1.0289 | 94.320 <sup>a</sup><br>± 0.9731 | 94.821 <sup>a</sup><br>± 1.4114 |
| F2                  | 88.906 <sup>b</sup><br>± 1.1127 | 86.852 <sup>b</sup><br>± 1.1874  | 88.908 <sup>b</sup><br>± 1.1251 | 88.568 <sup>b</sup><br>± 1.0106 | 87.666 <sup>b</sup><br>± 1.0478 | 90.050 <sup>b</sup><br>± 1.1139 |
| F3                  | 82.118 <sup>cd</sup><br>± 1.457 | 81.661 <sup>cd</sup><br>± 1.2254 | 82.518 <sup>d</sup><br>± 1.2388 | 82.500 <sup>d</sup><br>± 1.1340 | 78.874 <sup>c</sup><br>± 1.3032 | 82.681 <sup>d</sup><br>± 1.5961 |

a, b, c, d.: Valores promedios señalados en diferentes letras difieren significativamente ( $P < 0.005$ )

± : Desviación estandar

TABLA V

VALORES PROMEDIO DE LOS INDICES DE ALBUMEN DE LOS HUEVOS DE GALLINAS ALIMENTADAS CON *LEUCAENA leucocephala* A DIFERENTES NIVELES

| Tratamiento<br>Fase | T <sub>1</sub><br>(0% LI)       | T <sub>2</sub><br>(1% LI)       | T <sub>3</sub><br>(2% LI)       | T <sub>4</sub><br>(3% LI)       | T <sub>5</sub><br>(4% LI)       | T <sub>6</sub><br>(C)           |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| F <sub>1</sub>      | 0.105 <sup>a</sup><br>± 0.038   | 0.114 <sup>bc</sup><br>± 0.0030 | 0.108 <sup>ab</sup><br>± 0.0030 | 0.117 <sup>bc</sup><br>± 0.0031 | 0.108 <sup>ab</sup><br>± 0.0029 | 0.118 <sup>bc</sup><br>± 0.0042 |
| F <sub>2</sub>      | 0.090 <sup>de</sup><br>± 0.0033 | 0.085 <sup>d</sup><br>± 0.0035  | 0.091 <sup>de</sup><br>± 0.0034 | 0.090 <sup>de</sup><br>± 0.0030 | 0.087 <sup>d</sup><br>± 0.0031  | 0.098 <sup>e</sup><br>± 0.0033  |
| F <sub>3</sub>      | 0.070 <sup>fg</sup><br>± 0.0043 | 0.067 <sup>fg</sup><br>± 0.0037 | 0.066 <sup>fg</sup><br>± 0.0037 | 0.065 <sup>fg</sup><br>± 0.0034 | 0.060 <sup>f</sup><br>± 0.0039  | 0.073 <sup>g</sup><br>± 0.0048  |

a, b, c, f, g: Valores promedio señalados con diferentes letras difieren significativamente ( $P < 0.005$ )

± : Desviación estandar

Cabe señalar que la inclusión de *Leucaena leucocephala* como pigmentante en las raciones para gallinas ponedoras no reportó efectos en el índice de la yema, grosor y porcentaje de las cáscaras de los huevos.

Tal como se observa en los resultados de las TABLAS VI y VII, la inclusión de *Leucaena leucocephala* como pigmentante de la yema de los huevos de las gallinas ponedoras, no afecta

la conversión alimenticia, ni la producción de huevos de las mismas inclusive; en general, exhibieron mejor comportamiento en estas variables, que el tratamiento control. Cabe destacar, la mejor conversión alimenticia y producción diaria de huevos en el tratamiento 4, es decir la ración que contenía 3% de *Leucaena leucocephala*. La ausencia de efectos adversos a la productividad de las gallinas alimentadas con *Leucaena leucocephala* como pigmentante lo sustenta la literatura [8, 14].

TABLA VI

VALORES PROMEDIOS DE LA CONVERSION ALIMENTICIA DE GALLINAS PONEDORAS ALIMENTADAS CON *LEUCAENA leucocephala* A DIFERENTES NIVELES

| Tratamiento<br>Fases | T <sub>1</sub><br>(0% LI)    | T <sub>2</sub><br>(1% LI)    | T <sub>3</sub><br>(2% LI)    | T <sub>4</sub><br>(3% LI)   | T <sub>5</sub><br>(4% LI)    | T <sub>6</sub><br>(C)       |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| F <sub>1</sub>       | 1.67 <sup>ab</sup><br>± 0.06 | 1.64 <sup>b</sup><br>± 0.06  | 1.64 <sup>ab</sup><br>± 0.06 | 1.61 <sup>a</sup><br>± 0.06 | 1.80 <sup>b</sup><br>± 0.06  | 1.97 <sup>d</sup><br>± 0.06 |
| F <sub>2</sub>       | 1.83 <sup>c</sup><br>± 0.06  | 1.81 <sup>c</sup><br>± 0.06  | 1.75 <sup>bc</sup><br>± 0.06 | 1.65 <sup>b</sup><br>± 0.06 | 1.79 <sup>bc</sup><br>± 0.06 | 1.74 <sup>c</sup><br>± 0.06 |
| F <sub>3</sub>       | 2.20 <sup>d</sup><br>± 0.06  | 1.94 <sup>cd</sup><br>± 0.06 | 2.18 <sup>d</sup><br>± 0.06  | 2.09 <sup>d</sup><br>± 0.06 | 2.49 <sup>c</sup><br>± 0.06  | 1.87 <sup>f</sup><br>± 0.06 |

a, b, c, d, e, f: Valores promedios señalados con diferentes letras difieren significativamente ( $P < 0.05$ )

± : Desviación estandar

TABLA VII

**VALORES PROMEDIOS DE LA PRODUCCION DE HUEVOS DE GALLINAS PONEDORAS  
ALIMENTADAS CON *LEUCAENA leucocephala* A DIFERENTES NIVELES (%)**

| Tratamiento<br>Fases | T <sub>1</sub><br>(0% LI)     | T <sub>2</sub><br>(1% LI)     | T <sub>3</sub><br>(2% LI)     | T <sub>4</sub><br>(3% LI)     | T <sub>5</sub><br>(4% LI)     | T <sub>6</sub><br>(C)         |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| F <sub>1</sub>       | 69.38 <sup>b</sup><br>± 1.66  | 79.49 <sup>a</sup><br>± 1.66  | 77.11 <sup>a</sup><br>± 1.66  | 76.09 <sup>a</sup><br>± 1.66  | 73.00 <sup>bc</sup><br>± 1.66 | 54.62 <sup>de</sup><br>± 1.66 |
| F <sub>2</sub>       | 70.75 <sup>b</sup><br>± 1.66  | 74.66 <sup>bc</sup><br>± 1.66 | 76.18 <sup>cd</sup><br>± 1.66 | 75.49 <sup>d</sup><br>± 1.66  | 75.91 <sup>cd</sup><br>± 1.66 | 74.44 <sup>bc</sup><br>± 1.66 |
| F <sub>3</sub>       | 60.68 <sup>ef</sup><br>± 1.66 | 64.15 <sup>f</sup><br>± 1.66  | 60.29 <sup>ef</sup><br>± 1.66 | 63.34 <sup>ef</sup><br>± 1.66 | 53.08 <sup>g</sup><br>± 1.66  | 58.76 <sup>e</sup><br>± 1.66  |

a, b, c, d, e, f, g: Valores promedios señalados con diferentes letras difieren significativamente (P < 0.05)

± : Desviación estandar

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados reportados se concluye que niveles de 3 y 4% de *Leucaena leucocephala* en la ración como pigmentante de la yema de los huevos de gallinas ponedoras, se obtienen pigmentaciones similares a la ración control con pigmentante sintético. Cabe señalar que no se observaron efectos adversos sobre la calidad interna y externa de los huevos como respuesta al uso de la *Leucaena leucocephala*. Solo el tratamiento 4 de la fase 3, reportó una disminución en las Unidades de Haugh e índice de albúmina, sin llegar a afectar significativamente la calidad del producto. Igualmente la inclusión de esta leguminosa en raciones para gallinas ponedoras no afectó la productividad de los mismos (P < 0.05), resultando ésta mejorada en comparación al tratamiento control.

Se concluye además que la interacción entre tratamientos y fases de producción se hizo presente durante todo el ensayo, observándose una evidente disminución de los promedios en todas las variables evaluadas, a medida que avanzaban en edad las gallinas ponedoras.

## AGRADECIMIENTO

La autora desea expresar especial reconocimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES), por su apoyo económico; asimismo a la Ing. Celina M. de Portal y al Med. Vet. Isaac Rodríguez por su valiosa participación en la conducción de este trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Alam, A.V.; Couch, J.R. and Creger, C.R. The carotenoids of the marigold. Can. J. Botany 46: 1539-1541, 1968.
- [2] Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis 12th. Ed. AOAC. Washington D.C. 1984.
- [3] Bartov, I. y Bornstein, S. Los carotenoides en la producción avícola. Comunicaciones presentadas en la sesión Nutrición-Carotenoides. XV Congreso Avícola Mundial. Nueva Orleans, USA 1974.
- [4] Bartov, L. and Bornstein, S. Studies on egg yolks pigmentation. The effect of origen and storage condition of yellow corn utilization of its xanthophylls. Poultry Sc. 46: 796-805, 1967
- [5] Berrj, S. y D'Mello, P.F. Comparación de la *Leucaena leucocephala* y las harinas de pastos como fuente de pigmentos de yemas en dietas para gallinas ponedoras. Prod. Anim. Trop. 6: 185-193, 1981.
- [6] Bickoff, E.M.; Livingston, A.L.; Bailey, G.F. and Thompson, R.C. Xanthophylls in fresh and deshydrated alfalfa. J. Agr. Food Chem. 2: 563-567, 1954.

- [7] Biederman, R. and Prabucki, A.L. Citado por Hamilton P.B. and Parkhurst C.R., en Improved deposition of oxycarotenoides in egg yolks by dietary cotton seed oil Poultry Sc. 69: 354-359, 1969.
- [8] Blandino, R. y Castillo, L. Evaluación de *Leucaena leucocephala* en raciones fase I para aves de postura como fuente de pigmentos naturales. A.L.P.A. Resúmenes II Reunión. La Habana, Cuba. 1988.
- [9] Coon, C.N. and Couch, L.M. Effect of storage and fatty acid esters on the utilization of xanthophyll from marigold meal by laying hens. Poultry Sc. 5: 841-847, 1976.
- [10] Cunningham, F.E.; Cotterill O. J.; and Funk, E.M. The effect of season and egg bird. I. On egg size, quality and yield. Poultry Sci. 39: 289-299, 1960.
- [11] Daffon, J.A. and Gerpacio, A.L. Three per cent (3) ipil-ipil leaf meal 40% yellow Corn in egg yolk pigmentation livestock and poultry circular. Research News 1:4, 1973.
- [12] Day, E.J. and Williams, W.P. A study of certain factors that influence pigmentation in broiler. Poultry Sc. 37: 1373-1381, 1958.
- [13] De Groote, G. Citado por Bartov I. and Bornstein S. Los carotenoides en la producción avícola. Comunicaciones presentadas en la sesión: "Nutrición carotenoides. XV Congreso Avícola Mundial, Nueva Orleans, 1963.
- [14] D'Mello, J.P. and Taplin D.E. *Leucaena leucocephala* in poltry diets in the tropic. World. Rev. Anim. Prod. 1/4: 41-74, 1978
- [15] Echeverri, J.D.; Gómez, A.; Pizarro, E.A. y Franco, L.A. Evaluación Agronómica de *Leucaena* en el Valle del Cauca. Colombia. Boletín Pasturas Tropicales. Vol. 9 N° 3. 1978.
- [16] Facenda, J. Factores que influyen en la pigmentación de la yema. Venezuela Avícola N° 7. 1987.
- [17] Gowda, D.R.; Devegowda, G. and Ramappa, B.S. Effect of subabul leaf meal (*Leucaena leucocephala*) and sorghum in leyer diet. Indian Journal of Poultry Sc. 19(3): 180-186, 1984.
- [18] Herrick, G.M.; Fry J.L.; Damron, B.L. and Harms, R.H. Evaluation of dinestrol diacetate (lipamone) supplem entation of broiler, characteristic and market quality. Poultry Sc. 49: 222-225, 1970.
- [19] Haugh, R.R. The haugh unit for measuring egg quality. Us. Egg and Poultry Magazine 43: 552-555-572-573, 1937.
- [20] Hclskimer, L. Pigmentation of egg yolk with avorophyll. British Poultry Sc. 29: 75-80, 1988.
- [21] Marusich, W.L. and Bauernfeind, J.C. Oxycarotenoid in poultry feed: carotenoids as colorant and vitamin A precursors J.C. pages 319-462. J.C. Bauernfeind. ed. Acad. Press. Inc. New York. 1981.
- [22] Marusich, W.; De Pitter, E. and Bauernfiend, J. Evaluation of carotenoid pigments for coloring egg yolks. Poultry Sc. 39: 1338-1345, 1960.
- [23] Middendorf, F.G., Child, R. and Gravens, W.W. Variation in the biological availability of xanthophyll within and among generic source. Poultry Sc. 59: 1460-1470, 1980.
- [24] Montilla, J.J.; González, P.; Vargas, R. y Verde, O. Evaluación de cuatro niveles de harina de tusa en la alimentación de aves de postura. A.L.P.A. La Habana, Cuba. 1988.
- [25] National Research Council Nutrients Requirement of Poultry. 8th. ed. Nat. Acad. Washington. D.C. 1984.
- [26] Papa, C.M.; Fletcher, D.L. and Halloran H.R. Utilization and Yolk colouring capability of xanthophylls from synthetic and high xantho phylls concentrate. Poultry Sc. 64: 1464-1469, 1985.
- [27] Quackenbush, F.W.; Fisch, J. Q.; Robourn, W.J.; Mc. Quisten, M.; Patzold, E.N. and Kargl, T.E. Analysis of carotenoids in corn grain. J. Agric. Food. Chem 9: 132-135, 1961.
- [28] Quackenbush, F.W. and Miller, S.L. Composition and analysis of the carotenoids in marigold petals. Journal of the Association Official Analytical Chem. 55: 617-621, 1972.

- [29] Ruski, F.R. Citado por Ter Meulen, V.; Struck, S; Schulke S. y Harith, E.A. en Revisión sobre el valor nutritivo y aspecto tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. Prod. Animal. Trop. 1979. 4: 112-126, 1977.
- [30] Scott, M.L.; Ascarelli, I. and Olson, G. Studies of egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 47: 863-872, 1968.
- [31] Scott, M.L.; Nesheim, M.C. and Young, R.J. Nutrition of chicken 3a. ed. M.L. Scott and Associated. Ithaca. N.Y. 1982.
- [32] Smith, I.D. and Perdue, H.S. Isolation and tentative identification of the carotenoids present in chicken skin and egg yolk. Poultry Sc. 45: 577-581, 1966.
- [33] Streiff, K. The Roche Yolk colour scale and the proper methods. Yolk colour Symposium. "Yolk colour as in egg quality factor. Roche Products Ltd. 13th. London. 1970.
- [34] Streiff, K. The use of the carotenoids in the pigmentation of egg yolk and of poultry proceeding of the vitamins and carotenoids in animal nutrition. Cracow. 33-43, 1970.
- [35] Stadelman, W.J. and Coterril, O.J. Egg Science and Technology. Av. Publishing Company INC. Westport. Connecticut. Pag. 55. 1986.
- [36] Sullivan, T.W. and Hollerman, K.A. Effect of alfalfa meal, corn gluten meal and other components on egg yolk color. Poultry Sc. 41: 1474-1476, 1962.
- [37] Valadon, L.R. and Mummery, R.S. Carotenoids of certain composital flower. Phytochemistry 6: 983-988. 1967.