

## **EFECTO DE LA VITAMINA E Y ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Lippia graveolens*) EN LA PIGMENTACIÓN DE LA PIEL EN POLLOS DE ENGORDA**

A. Rivera Pérez<sup>1</sup>; Arturo Pro Martínez<sup>2</sup>; D. J. Chan Díaz<sup>2</sup>; E. Sosa Montes<sup>1</sup>; E. Sosa Montes<sup>1</sup>; C. Narciso Gaytán<sup>3</sup>; J. Gallegos Sánchez<sup>2</sup>; J. Del Carmen Rodríguez<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia.

<sup>2</sup>Colegio de Posgraduados Campus Montecillos. <sup>3</sup> Colegio de Posgraduados Campus Córdoba,

<sup>4</sup>Benemerita Universidad Autónoma de Puebla.

### **RESUMEN**

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la vitamina E y aceite de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) en una dieta para pollos de engorda, sobre la pigmentación de la piel. Se utilizaron 400 pollos de la línea comercial Ross 308 de un día de edad, distribuidos en un diseño completamente al azar en 4 tratamientos con 4 repeticiones, cada una con 25 pollos por unidad experimental. Los tratamientos fueron: T1= Dieta testigo (10 mg de vitamina E), T2= Dieta testigo + 90 mg de vitamina E, T3= Dieta testigo + 50 mg aceite de orégano y T4= Dieta testigo + 100 mg aceite de orégano. Los pigmentos se evaluaron por dos métodos: 1) extracción de xantofilas con base a los procedimientos de la AOAC año 1975 y 2) con el colorímetro de reflectancia Minolta CR-300 con el sistema de diferencias de color (CIE) luminosidad (L\*), rojos (a\*) y amarillos (b\*). Los resultados indicaron que los valores de luminosidad (L\*) y rojos (a\*) no presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), pero en amarillos (b\*) los pollos del tratamiento T4 que contenía 100 mg de aceite de orégano presentaron los valores más bajos ( $p \leq 0.05$ ). La concentración de xantofilas en piel (mg/g o  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) no fueron afectadas por los diferentes tratamientos, aunque en el

alimento, el tratamiento T3 (50 mg de aceite de orégano), presentó la menor concentración de xantofilas por g ( $p \leq 0.05$ ). Sin embargo, esta diferencia no se reflejó en la deposición de xantofilas en la piel de los pollos de engorda.

PALABRAS CLAVE: color de piel, colorímetro de reflectancia, xantofilas.

### **EFFECTS OF VITAMIN E AND ESSENTIAL OIL OF OREGANO (*Lippia graveolens*) ON THE SKIN PIGMENTATION OF BROILER CHICKENS**

#### SUMMARY

The present study was carried out to evaluate the effect of vitamin E and essential oil of Mexican oregano (*Lippia graveolens*) supplementation on the skin pigmentation of broilers. Chickens ( $n = 400$ ) of the commercial line Ross 308 were randomly distributed into 4 treatments with 4 replicates, each replicate had 25 chickens. The treatments were: T1 = control diet (10 mg of vitamin E/kg of feed), T2 = control diet + 90 mg of vitamin E, T3 = control diet + 50 mg of oregano oil and T4 = control diet + 100 mg of oregano oil. The skin pigmentation was evaluated by two methods: 1) extraction of xanthophylls using the procedure of AOAC 1975 and 2) by reflectance, using the Minolta CR-300 colorimeter, this system uses color differences: (CIE) lightness ( $L^*$ ), redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ). The results showed that the  $L^*$  and  $a^*$  were not different among treatments ( $p \leq 0.05$ ), but the  $b^*$  value was the lowest, chickens of treatment T4, fed with a diet containing 100 mg of oregano oil. The xanthophylls concentration in skin (measured as mg/g or  $\text{mg}/\text{cm}^2$ ) were not affected by the treatments evaluated; although, in feed, treatment 3 (50 mg of oregano oil) showed the lowest xanthophylls concentration

( $p \leq 0.05$ ), however this concentration did not affect the xanthophylls deposition on the skin of chickens.

KEY WORDS: skin color, colorimeter reflectance, xanthophylls.

## 1. INTRODUCCIÓN

La avicultura en México es una actividad importante, se reporta que en 1994 el consumo per-cápita de carne de pollo fue de 15.8 kg y en el 2010 fue de 26.1 kg, esto indica que el consumo de pollo ha aumentado en un 64% (UNA, 2012). Desde hace varios años las preferencias del consumidor con respecto a calidad del pollo de engorda, están influenciadas por su aspecto, especialmente por el color. En algunas regiones de México, los compradores de pollo pagan mejor por las aves que tengan la piel y patas amarillas que aquellas que no las tienen o presentan una coloración más clara, ya que el color lo asocian con frescura y con un producto sano (Cuca *et al.*, 2009). Por tal motivo, para obtener una buena pigmentación no solo se requiere de pollos de calidad, manejo, nutrición y sanidad adecuados, sino también que los productos pigmentantes sean de la mejor calidad, es decir que hayan sido adecuadamente producidos, mezclados homogéneamente, suministrados y estabilizados en forma correcta (Tirado, 1991). Esto también se debe cumplir al momento de formular la dieta para el pollo de engorda, para la estabilización es común la utilización de antioxidantes sintéticos o de la vitamina E, sin embargo, durante los últimos años la tendencia del consumidor es adquirir alimentos libres de conservadores, lo que ha llevado a considerar la incorporación de antioxidantes naturales (Fasseas *et al.*, 2007). Una opción con actividad potencial como antioxidante es el orégano mexicano (*Lippia*

sp) (Zacatula, 2009). Pero se desconoce su efecto como estabilizador de pigmentos en la piel de pollos de engorda.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la vitamina E y el aceite esencial de orégano como antioxidantes, para evitar la degradación de pigmentos en el alimento, y garantizar la pigmentación requerida a nivel comercial en pollos de engorda.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en la granja experimental del Colegio de Posgraduados, ubicado en el kilómetro 36.5 de la carretera, Montecillo-Texcoco, Estado de México, localizada a 19°29' N, 98°53' W, a 2250 m /snm.

### **2.1. Descripción del trabajo experimental**

Se utilizaron 400 pollos machos de un día de edad de la línea comercial Ross 308, alojados en piso, en condiciones óptimas de temperatura, humedad y ventilación, Los pollos fueron asignados aleatoriamente a uno de 4 tratamientos, cada tratamiento con 4 repeticiones de 25 pollos cada una. Los tratamientos evaluados fueron: T1= Dieta testigo que contenía 10 mg de vitamina E por kg de alimento, T2= Dieta testigo + 90 mg de vitamina E por kg de alimento, T3= Dieta testigo + 50 mg de aceite de orégano por kg de alimento y T4= Dieta testigo + 100 mg de aceite de orégano por kg de alimento. El periodo experimental fue de 42 días, y semanalmente se midió la ganancia de peso (GP), el consumo de alimento (CA) y la conversión alimenticia (CA). Al final del periodo de engorda se evaluó la

pigmentación de la piel del pollo mediante las técnicas de colorimetría de reflectancia (Minolta, 1991) y espectrofotometría en el laboratorio.

Los datos de producción y pigmentación se analizaron con el procedimiento modelo general lineal y las diferencias entre medias de tratamientos se separaron por la prueba de Tukey (SAS Institute, 2000). Los valores de pigmentación medidas con el colorímetro de reflectancia fueron evaluados con el análisis de varianza por rangos Kruskal-Wallis en las variables que mostraron normalidad y homogeneidad de varianzas. También, se realizó una prueba de correlación de Pearson, para conocer la relación entre las variables de pigmentación evaluadas en el laboratorio y las evaluadas con el colorímetro de reflectancia.

Las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas de acuerdo a cada etapa de crecimiento de los pollos, 0-3 (iniciación) y 4-6 (finalización) semanas. Las dietas fueron formuladas con base en las recomendaciones de Leeson y Summers (2005), siendo el sorgo y la pasta de soya los ingredientes base de la dieta; las dietas experimentales incluían 3% de aceite acidulado de soya como fuente principal de ácidos grasos. En el Cuadro 1 se muestra el análisis calculado de las dietas.

Cuadro 1. Análisis calculado de las dietas.

Nutriente	EDAD (semanas)	
	0-3	3-6
Energía metabolizable, Mcal/kg	3.05	3.10
Proteína cruda, %	21.00	19.00
Calcio, %	1.00	1.00
Fósforo disponible, %	0.45	0.45
Metionina + Cistina, %	0.90	0.90
Lisina, %	1.21	1.15
Triptófano, %	0.28	0.24
Treonina, %	0.82	0.73
Arginina, %	1.39	1.22

El suministro de agua y alimento fue *ad libitum*. Los pollos se vacunaron a los 12 días de edad contra newcastle, bronquitis e influenza.

## 2.2. Cuantificación de pigmentos en la piel

### 2.2.1. Método de colorímetro de reflectancia

Al final de las 6 semanas de edad se tomaron las mediciones con el colorímetro de reflectancia Minolta CR-300, a 16 pollos vivos, 4 por repetición, el área de evaluación fue en el pliegue del ala, a la altura del músculo *cutaneuspectoralis cranialis*.

#### Método espectrofotométrico

Las muestras se tomaron de la misma zona donde se realizó la evaluación con el colorímetro de reflectancia, sin escaldado previo, una parte de la piel se cortó con una placa de 3.8 x 3.8 cm, obteniendo una área de 14.4 cm<sup>2</sup>. Cada muestra se conservó de manera independiente en bolsas selladas y resguardadas de la luz, para evitar la oxidación del pigmento.

Se realizó la extracción de xantofilas de cada porción de piel, previamente pesada con una solución de: hexano-acetona-etanol-tolueno (10+7+6+7). Se introdujo la muestra en un matraz volumétrico de 50 cm<sup>3</sup>, se adicionaron 15 cm<sup>3</sup> de solución, se agitó vigorosamente por un minuto, posteriormente se adicionaron 15 cm<sup>3</sup> de hexano y se volvió agitar por un minuto más, se aforó con Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10% se agitó un minuto y se dejó reposar por una hora. Finalmente se tomó la lectura de la fase superior (25 cm<sup>3</sup>) con un espectrofotómetro UNICO 1100RS a 474 nm. Se trabajó con escasa iluminación para evitar que las xantofilas fueran oxidadas (AOAC, 1975).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Productividad de la parvada

Las concentraciones evaluadas de vitamina E o de aceite de orégano no tuvieron efecto ( $p \geq 0.05$ ) en el consumo de alimento ni en ganancia de peso de los pollos de engorda. En el Cuadro 2 se presentan los resultados de estas variables de la parvada.

Cuadro 2. Productividad de pollo de engorda a 42 días de edad.

Tratamiento	Consumo de alimento (g)	Ganancia de peso (g)
T1	4252.7 ± 27.1	2388.4 ± 31.3
T2	4272.6 ± 109.7	2374.9 ± 71.4
T3	4355.5 ± 56.1	2392.6 ± 30.7
T4	4306.1 ± 97.8	2285.6 ± 52.4

Se presenta los valores de la media ± error estándar. T1 = Dieta testigo (10 mg de vitamina E), T2 = Dieta testigo + 90 mg de vitamina E, T3 = Dieta testigo + 50 mg de aceite de orégano, T4 = Dieta testigo + 100 mg de aceite de orégano.

Los resultados del presente estudio coinciden con los reportados por Bölükbaşı *et al.* (2006) quienes indicaron que concentraciones bajas de vitamina E no mejoran la productividad del pollo de engorda; sin embargo, Guo *et al.* (2003) mencionan que a partir de 100 mg de vitamina E por kg de alimento se mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Sin embargo, estos resultados no fueron confirmados en el presente estudio. Los resultados reportados en diferentes investigaciones donde evaluaron el aceite esencial de orégano han sido contradictorios. Botsoglou *et al.* (2002, 2004) y Florou-Paneri *et al.* (2005) no encontraron diferencias en la productividad de pollos, pavos o conejos

alimentados con diferentes concentraciones de aceite de orégano en la dieta, Alçiçek *et al.* (2003) indicaron que adicionar 48 mg de aceite de orégano por kg de alimento mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia de pollos de engorda. Hertrampf (2001) y Bassett (2000) mencionan que el aceite de orégano tiene acción de promotor de crecimiento, porque mejora la conversión alimenticia y el peso final del pollo de engorda, cuando se suministra en el agua de bebida.

### 3.2. Pigmentación

#### 3.2.1. Colorímetro de reflectancia

No se encontraron diferencias entre tratamientos para los valores de luminosidad (L) y rojos (a). Sin embargo, con los valores de amarillos (b) se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). La piel de los pollos del tratamiento T4 que contenía 100 mg de aceite de orégano por kg de alimento, mostró menor valor de amarillos, comparada con los demás tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados con el colorímetro de reflectancia.

Tratamiento	Luminosidad (L*)	Rojos (a*)	Amarillos (b*)
T1	66.2 ± 0.5 a	2.4 ± 0.5 a	16.9 ± 0.9 a
T2	65.9 ± 0.6 a	2.1 ± 0.3 a	19.4 ± 0.8 a
T3	66.7 ± 2.2 a	1.7 ± 0.4 a	16.5 ± 1.0 a
T4	66.7 ± 2.2 a	2.1 ± 0.4 a	12.6 ± 0.6 b

a,b Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ( $p \leq 0.05$ ), media ± error estándar. T1 = Dieta testigo (10 mg de vitamina E), T2 = Dieta testigo + 90 mg de vitamina E, T3 = Dieta testigo + 50 mg de aceite de orégano, T4 = Dieta testigo + 100 mg de aceite de orégano.

Martínez (2003), menciona que valores de luminosidad ( $L^*$ ) de 80, de rojos ( $a^*$ ) mínimo 2 y de amarillos ( $b^*$ ) mínimo 41, indican que el pollo tiene buena pigmentación a nivel comercial. En el presente estudio, sólo el valor de rojo coincide con lo reportado, mientras que los valores de luminosidad y amarillos son menores a los estándares de pigmentación indicados previamente. Los resultados indican que los pollos del presente estudio, no alcanzaron una pigmentación satisfactoria a nivel comercial y aquellos pollos alimentados con el tratamiento T4 que contenía 100 mg de aceite de orégano tuvieron una menor concentración de pigmento amarillo en piel. Sin embargo, es importante mencionar que los valores obtenidos con el colorímetro de reflectancia son de pollos vivos.

### **3.2.2. Método espectrofotométrico**

Las concentraciones de xantofilas en piel (por g o por  $\text{cm}^2$ ), no fueron diferentes en los pollos que recibieron las distintas concentraciones de vitamina E y aceite de orégano (Cuadro 4). Otra variable evaluada fue la concentración de xantofilas en el alimento. Los resultados indicaron que el alimento del tratamiento T3 que contenía 50 mg de aceite de orégano, mostró la menor cantidad de xantofilas, aunque esta baja concentración no se reflejó en la cantidad de xantofilas depositadas en la piel.

Cuadro 4. Concentración de xantofilas en piel y alimento (método espectrofotométrico)(M±EE).

Tratamiento	Piel		Alimento
	(mg g <sup>-1</sup> )x 10 <sup>-5</sup>	(mg cm <sup>-2</sup> ) x 10 <sup>-6</sup>	(mg g <sup>-1</sup> )x 10 <sup>-5</sup>
T1	2.3 ± 0.5 a	2.05 ± 0.4 a	8.1 ± 0.8 ab
T2	2.2 ± 0.6 a	2.05 ± 0.8 a	9.9 ± 0.4a
T3	1.3 ± 0.5 a	1.25 ± 0.5 a	5.3 ± 0.8 c
T4	1.8 ± 0.8 a	1.28 ± 0.1 a	6.5 ± 0.9 bc

a-cValores con distinta literal en la misma columna son diferentes ( $p \leq 0.05$ ); M= media, EE= error estándar; T1 = Dieta testigo (10 mg de vitamina E), T2 =Dieta testigo + 90 mg de vitamina E, T3 = Dieta testigo + 50 mg de aceite de orégano, T4 = Dieta testigo + 100 mg de aceite de orégano.

En el presente experimento se encontró que la pigmentación de la piel de los pollos de engorda del tratamiento T4, medida con el colorímetro de reflectancia (concentración de amarillos) fue la más baja ( $p \leq 0.05$ ) y cuando se midió la concentración de xantofilas en el alimento del tratamiento T3 (método con espectrofotómetro) también se redujo, lo que sugiere que el aceite de orégano a los niveles estudiados reduce la concentración de xantofilas en el alimento y los valores de amarillos en la piel del pollo.

### 3.3. Correlaciones entre técnicas (colorímetro de reflectancia y espectrofotómetro)

Con base en los resultados de los cuadros 3 y 4, se realizó un análisis de correlaciones para conocer la asociación entre las variables obtenidas con el método colorimétrico y el espectrofotométrico. Los resultados obtenidos muestran que luminosidad ( $L^*$ ) tiene correlación con la concentración de xantofilas por g de piel ( $r = 0.58$ ,  $p = 0.016$ ).

Esta correlación entre variables de ambas técnicas coincide con lo reportado por Becerril (1988) y Martínez (2003) quienes mencionan que a un mayor depósito de pigmento, el color es más intenso y refleja menos luz.

La correlación entre los mg de xantofilas por g de alimento y mg de xantofilas por g de piel fue positiva y estadísticamente significativa ( $r = 0.55$ ,  $p = 0.032$ ). Por lo tanto, si las aves no consumen la cantidad suficiente de carotenos, no se observará el color esperado (Piracés *et al.*, 1991). Muñoz (2009) señala que incrementar la cantidad de pigmentos amarillos en la dieta del pollo de engorda puede ser una alternativa para disminuir los problemas de pigmentación.

También se encontró una correlación entre la cantidad de xantofilas por  $\text{cm}^2$  de piel y de xantofilas por g de piel ( $r = 0.59$ ,  $p = 0.015$ ), lo que indica que ambas formas de expresar el contenido de xantofilas, se pueden emplear, sin alterar los resultados. Fletcher (1984) menciona que el método con el cual se mide la pigmentación, debe tomar en cuenta, el propósito del análisis, los cuales pueden ser: 1) determinar el color del producto final (apariencia), 2) deposición total de xantofilas (pigmentación), 3) monitorear la absorción de xantofilas (xantofilas en suero) ó 4) evaluar un ingrediente en base a su contenido total de xantofilas. El presente trabajo cumplió con los dos primeros propósitos, y a las variables a las cuales se refieren los resultados están correlacionadas positivamente.

Los resultados indican que la adición de vitamina E y el aceite de orégano a sus diferentes concentraciones producen un efecto similar cuando la pigmentación se mide mediante espectrofotómetro; los resultados obtenidos con el colorímetro de

reflectancia Minolta CR-300 indican efectos similares en luminosidad ( $L^*$ ) y en rojos ( $a^*$ ), pero no en amarillos ( $b^*$ ).

#### **4. CONCLUSIONES**

La vitamina E y aceite de orégano no presentaron propiedades como promotores de crecimiento, debido que el consumo y la ganancia de peso no tuvieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en los diferentes tratamientos.

La adición de vitamina E o aceite de orégano no afectó la luminosidad ( $L^*$ ) y los valores de rojos ( $a^*$ ) registrados con el colorímetro Minolta CR-300 en las muestras de piel de pollos alimentados con los diferentes tratamientos, pero los valores de amarillo ( $b^*$ ) fueron los más bajos ( $p \leq 0.05$ ) en la piel del pollo de engorda, con la dieta testigo más 100 mg de aceite de orégano por kg de alimento.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, cuando la concentración de xantofilas en la piel de los pollos se expresó en mg de xantofilas por g de piel o mg de xantofilas por  $\text{cm}^2$  de piel, no obstante que la cantidad de xantofilas en alimento fue menor cuando se adicionaron 50 ó 100 mg de aceite de orégano por kg de alimento con respecto al tratamiento T2.

Aparentemente, la adición 100 mg de aceite de orégano por kg de alimento redujo la pigmentación de la piel en pollos de engorda, debido a menor ( $p \leq 0.05$ ) valor de amarillos ( $b^*$ ), así como la concentración de xantofilas en el alimento. Es necesario realizar más investigación para determinar el mecanismo exacto por el cual el aceite de orégano interfiere con la pigmentación.

## 5. LITERATURA CITADA

- Alçiçek, A., M. Bozkurt, and M. Çabuk. 2003. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *South African Journal of Animal Science* 33 (2): 89-94.
- AOAC. 1975. Official methods of analysis 12<sup>th</sup> Ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC. 822-823 pp.
- Bassett, R. 2000. Oregano's positive impact on poultry production. *World Poultry Science* 16: 31-34.
- Becerril, G. M. 1988. Evaluación del poder pigmentante de luteína y capsantina en pollo de engorda y gallinas de postura con un colorímetro de reflectancia. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria. UNAM. México. 38-109pp.
- Bölükbaşı, Ş. C., M. K. Erhan and A. Özkan. 2006. Effect of dietary thyme oil and vitamin E on growth, lipid oxidation, meat fatty acid composition and serum lipoproteins of broilers. *South African Journal of Animal Science* 36 (3): 189-196.
- Botsoglou, N. A., E. Christaki, D. J. Fletouris, P. Florou-Paneri, and A. B. Spais. 2002. The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Sci.* 62:259-265.
- Botsoglou, N. A., P. Florou-Paneri, E. Christaki, I. Giannenas and A. B. Spais. 2004. Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as

- affected by dietary supplementation with oregano essential oil. *Arch. Anim. Nut.* 58(3): 209–218.
- Cuca, J. M., E. G. Ávila, A. M. Pro. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo, 149-150 pp.
- Fasseas, M. K., K. C. Mountzouris, P. A. Tarantilis, M. Polissiou and G. Zervas. 2007. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chem.* 106:1188–1194.
- Fletcher, D. 1984. VII Ciclo Internacional de Conferencias sobre Avicultura. Colegio de Post-graduados. Edo Mexico. 85-89pp.
- Florou-Paneri, P., G. Palatos, A. Govaris, D. Botsoglou, I. Giannenas, I. and Ambrosiadis I. 2005. Oregano herb versus oregano essential oil as feed supplements to increase the oxidative stability of turkey meat. *Int. J. Poult. Sci.* 11:866-871.
- Guo, Y. M., G. M. Zhang, H. M. Yuan and W. Nie. 2003. Effects of source and level of magnesium and vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. *Anim. Feed Sci. Technol.* 107: 143-150.
- Hertrampf, J. W. 2001. Alternative antibacterial performance promoters. *Poult. Int.* 40: 50-52.
- Leeson, S., and J. D. Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3<sup>a</sup> Ed. University Books, Guelph, Ontario, Canadá. 398 pp.

- Minolta, 1991. Chroma Meter CR-300. Instruction Manual. <http://www.konicaminolta.com.cn/instruments/download/manual/pdf/CR-300.pdf>. 90pp. consultado en enero 2012.
- Martínez, P. M. 2003. Xantofilas de flor de cempasúchil sobre la pigmentación de la piel de pollo de engorda. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 20-25pp.
- Muñoz, D. J. 2009. Evaluación de la pigmentación con diferentes niveles de energía metabolizables y de xantofilas amarillas en la piel del pollo de engorda. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 17-23pp.
- Piracés, S. F. y C. R. Cortés. 1991. Factores que afectan la pigmentación del pollo de engorda. X Ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura. AMENA. 103-111pp.
- SAS. 2000. Statistical Analysis System. The SAS system for Window release 8.0. USA.
- Tirado, A. F. 1991. Pigmentos y pigmentación. X Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. AMENA. 181-193pp.
- UNA.2012. Unión Nacional de Avicultura. [www.una.org.mx](http://www.una.org.mx). Consultado en mayo 2012.
- Zacatula, M. H. 2009. Aceite de orégano (*lippia graveolens*) como antioxidante en la peroxidación lipídica de la carne de pollos de engorda. Tesis de

maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillos Edo. de México. 44-48

pp.