



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**EVALUACION DE LA PIGMENTACION DEL  
POLLO DE ENGORDA COMERCIALIZADO  
EN LA CIUDAD DE MEXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

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

**MARTIN HERNANDEZ GOMEZ**

**ASESORES: Ph.D. ARIEL ORTIZ MUÑIZ  
D.cs. BENITO LOPEZ BAÑOS**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**2000**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN  
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
PRESENTE

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos: la TESIS

"Evaluación de la pigmentación del  
pollo de engorda comercializado en  
la ciudad de México".

que presenta el pasante: Martín Hernández Gómez  
con número de cuenta: 8203335-6 para obtener el título de:  
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 3 de Abril de 2008

PRESIDENTE	<u>Ph.D. Ariel Ortiz Muñiz</u>	
VOCAL	<u>M.V.Z. Juan Alfonso Monroy Juárez</u>	
SECRETARIO	<u>M.Z.V. José Carlos Avila Arreola</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>M.V.Z. Magda Elena Beltrán Cuenca</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>M.V.Z. Susana Cruz Alonso</u>	

## Agradecimientos y Dedicatorias

A la memoria de mi Padre:

### *Ascensión Hernández Martínez.*

Quién me enseñó conjuntamente con mi madre María Concepción Gómez Granados el camino del bien, y en su momento el ser responsable en el ámbito familiar, social y laboral.

A ti que con las largas jornadas y noches de desvelo, nos legaste a cada uno de los integrantes de la Familia Hernández Gómez el tener hermandad en todo momento por muy difícil que fuera. Tu jamás te diste por vencido en tu insistencia por que lográramos salir adelante con nuestros estudios, y hoy es el momento en que lo estoy logrando, desafortunadamente tu no estas físicamente conmigo, pero sé que en el lugar donde estés sigues y seguirás sintiéndote orgulloso de que tienes un Médico Veterinario Zootecnista, amén de todos los profesionistas que tu encaminaste ¡Tus hijos!, quienes, con toda certeza te digo, están más que orgullosos de que seas nuestro Padre.

Hoy cuento ya con esa misma responsabilidad al lado de mi Rosy y mi Martincito y sé que gracias a todas tus enseñanzas saldremos adelante y que jamás claudicaré en esta misión.

Ahora sólo te pido que en ningún momento alejes tus pensamientos y bendiciones de todos nosotros.

Te recuerda en todo momento y camino tu hijo

Gracias Papá Tachón

Martín

### *A Mamá Conchita:*

Tu sabes que siempre has contado con todo el amor de tu Papá Chon y el de todos tus hijos. Hoy que logro llegar a esta meta sigo sintiendo en todo momento tu amor, apoyo y comprensión. Quiero darte las gracias por ser mi mamá.

*A mi esposa e hijo:* con quienes he compartido en estos últimos años y les ha tocado brindarme su tiempo, apoyo y comprensión, para culminar esta etapa de mi vida que sin duda alguna ha sido el momento más difícil, ya que han existido momentos de estar separados realizando mi trabajo actual aún cuando mi hijo estaba por nacer. A ambos les agradezco infinitamente.

Los amo hoy y siempre.

*Rosy:* Sé que tu lograrás llegar muy pronto a esta meta que te has propuesto, muy merecido te lo tienes y algún día no muy lejano nuestro martincito nos alcanzará.

*A mis hermanos:* Humberto, Arturo, Carmen, Jorge Luis, Marypaz, Eduardo, David y Mimi. Al igual que a sus esposas (os) e hijos (as) quiero agradecerles su incondicional apoyo para haber logrado esta meta.

***A mis asesores:*** Que sin duda alguna tienen un mérito muy especial por compartir sus conocimientos para mi formación les hago patente mi agradecimiento.

***A la FES-Cuautitlán UNAM y su profesorado:*** Por haberme formado como profesionista.

***Al personal directivo de Industrias Alcosa SA de CV:*** Por su apoyo para la realización de este trabajo.

***A mi Dios:*** Gracias a ti existo y sé que guías con tu luz el rumbo de mi vida. Yo podré olvidarme de ti en algún momento, pero tú de mí jamás, por lo cual te doy las gracias hoy y siempre.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>INTRUDUCCION</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVO</b>	<b>19</b>
<b>MATERIAL Y METODOS</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>21</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>

## RESUMEN

Al igual que cualquier otro alimento, el huevo y el pollo deben tener para su comercialización, un color adecuado de acuerdo con los requerimientos del mercado al que se destinen. Investigaciones sobre las preferencias de los consumidores han confirmado la relación entre lo que se percibe como calidad y la intensidad de la pigmentación de la yema de huevo y la piel de los pollos de engorda. Con diferencias entre regiones geográficas, pero en general, los consumidores pagan un precio especial por el color amarillo-naranja o dorado asociado con las parvadas criadas bajo condiciones naturales.

La demanda de pigmentación en la yema del huevo así como en el pollo no es la misma en toda la República mexicana estas diferencias pueden deberse a varias causas como, cultura, influencia de otros países (en el caso de los estados de la frontera), tendencias de empresas más fuertes que cambian sus parámetros de pigmentación y/o idiosincrasia.

En México, los consumidores prefieren un pollo y huevo bien pigmentados, ya sea amarillo o amarillo naranja, puesto que se asocia con un pollo más saludable, de mayor calidad y de mejor sabor, por lo que algunas compañías han logrado identificar su marca comercial a través de la pigmentación de las aves, obteniéndose con esto un sobre precio o bien un aumento en la demanda de su producto. De ahí la importancia de evaluar la pigmentación del pollo que comercializan las diferentes compañías productoras de pollo en la ciudad de México.

El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar la pigmentación del pollo de engorda comercializado en la ciudad de México utilizando el Fotocolorímetro de reflectancia CR-300 de Minolta.

Para la realización de la evaluación se tomaron 1371 muestras al azar de 4 diferentes compañías productoras de pollo de engorda, comercializado en centros de distribución y expendedores de la ciudad de México, en un periodo de 7 meses, para medir el grado de pigmentación por medio del uso del fotocolorímetro de reflectancia CR-300 de Minolta. En el cual se utilizará el sistema CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  representando las mediciones de Luminosidad ( $L^*$ ), enrojecimiento ( $a^*$ ) y amarillamiento ( $b^*$ ). El grado de pigmentación se midió sobre la canal específicamente en la región de la vena pigmentante o vena de la grasa (parte lateral de la pechuga).

Podemos concluir a través de la estimación del valor croma (saturación) que la empresa con más alto grado en su pigmentación es la número 1 con 52.82 puntos, siguiendo en orden descendiente las empresas 2, 3 y 4 con valores croma de 50.57, 46.51 y 45.39 puntos respectivamente.

## INTRODUCCION

La avicultura es una de las industrias con mayor crecimiento, mayor desarrollo tecnológico y nivel de expansión, con ventas por 3,500 millones de dólares anuales, la industria avícola se perfila como uno de los sectores agropecuarios más dinámicos de la economía. Es además una fuente de proteínas de origen animal al más bajo costo del mercado; aunado a esto el pollo y el huevo han pasado a ser productos básicos en la dieta de los mexicanos (3,25).

La producción de pollo de engorda para 1999 sumó alrededor de 1,782,915 toneladas (186,730,357 pollos al ciclo), con un valor de 16,344 462 millones de pesos. Según reportes de la Unión Nacional de Avicultores (UNA), la participación porcentual de la avicultura en la producción pecuaria para 1999, fue del 59.60%, correspondiendo un 29.36% a la producción de pollo, 30.06% a la producción de huevo y 0.17 % a la producción de pavo. La participación porcentual de la avicultura en el PIB agropecuario fue 7.80 % y el PIB pecuario fue de 32.21 %. En cuanto al consumo per cápita de carne de pollo este alcanzó en 1999 los 16.50 Kg, mientras que el consumo per cápita de huevo fue de 17.50 Kg (4).

### **Preferencias del consumidor**

La pigmentación de la yema de los huevos y de la piel del pollo obedece exclusivamente a la demanda del consumidor, no guardando ninguna relación con los requerimientos nutricionales de las aves. En otras palabras, con ello se intenta cubrir lo que indica el viejo adagio de que "se come por la vista", con independencia de otros factores concomitantes como color o sabor que también pueden tener importancia (21).

Las preferencias del color por unos niveles de pigmentación determinados parecen obedecer a un capricho, ya que cambian de un lugar a otro y también pueden modificarse con rapidez en el tiempo. Sin embargo, en el fondo tienen una justificación. Cuando las aves se tenían sueltas en el campo, hallaban en él aquellas hierbas o materias naturales provistas de sustancias pigmentantes que proporcionaban a la piel de los pollos o a la yema de los huevos un grado natural de coloración más o menos amarillenta los que en México conocemos como pollo o huevo "de rancho" (21).

Por otra parte, el consumidor asocia frecuentemente la idea de la sanidad del pollo o de los huevos que va a adquirir, con el grado de pigmentación, lo cual es hasta cierto grado verdad ya que es bien sabido que los pollos que han sufrido algunas enfermedades son significativamente más blancos. Sin embargo, es curioso que también ocurra el extremo contrario; en determinados mercados un exceso de pigmentación en el pollo o en el huevo puede dar la impresión de que el color se ha logrado a base de colorantes artificiales, con las implicaciones alarmistas que hoy tiene esto en el público en general (21).

En México, los consumidores prefieren un pollo y huevo bien pigmentados, ya sea amarillo o amarillo naranja, puesto que se asocia con un pollo más saludable, de mayor calidad y de mejor sabor, por lo que algunas compañías han logrado identificar su marca comercial a través de la pigmentación de las aves, obteniéndose con esto un sobre precio o bien un aumento en la demanda de su producto. De ahí la importancia de evaluar la pigmentación



del pollo que comercializan las diferentes compañías productoras de pollo en la ciudad de México.

Investigaciones sobre las preferencias de los consumidores han confirmado la relación entre lo que se percibe como calidad y la intensidad de la pigmentación de la yema de huevo y la piel de los pollos de engorda. Con diferencias entre regiones geográficas, pero en general, los consumidores pagan un precio especial por el color amarillo-naranja o dorado asociado con las parvadas criadas bajo condiciones naturales (23).

La demanda de pigmentación en la yema del huevo así como en el pollo no es la misma en toda la República mexicana estas diferencias pueden deberse a varias causas como, cultura, influencia de otros países (en el caso de los estados de la frontera), tendencias de empresas más fuertes que cambian sus parámetros de pigmentación y/o idiosincrasia (27).

Los productores latinoamericanos, de los Estados Unidos y parte de la comunidad económica Europea (Italia, Portugal, España) ponen especial énfasis en la formulación de sustancias pigmentantes en las raciones para aves. Se calcula que anualmente se invierten alrededor de 250 millones de dólares entre agentes sintéticos y naturales e ingredientes que mejoran la pigmentación (23).

La percepción de los consumidores de que la intensidad de la coloración amarilla está relacionada con la calidad, se establece a muy temprana edad y persiste durante toda la vida. Cuando se comparan estos productos avícolas estamos muy conscientes, no solamente de la intensidad sino también de la consistencia del color. En ciertas regiones de los Estados Unidos y de Inglaterra, existe preferencia por pollo con piel blanca debido a prácticas de manejo y a la crianza de ciertas estirpes, lo cual seguramente cambiará las preferencias por productos pigmentados (23).

En los últimos años se ha dado mucha importancia en la avicultura al uso de sustancias pigmentantes para las aves. Esto ha sido una consecuencia de la demanda del público y no de requerimientos nutritivos. El color de los alimentos juega un papel decisivo para que estos sean naturalmente apetecibles. El grado de pigmentación deseado va a depender de las preferencias del consumidor en un área geográfica determinada, según la tradición, la disponibilidad de los productos y su mercadeo (12, 13).

Todo esto ha traído como consecuencia una creciente competencia de los avicultores por diferenciar su producto en el mercado nacional, particularmente en el centro de la república, lo que ha provocado un incremento en la pigmentación del mismo. Para lograr estos niveles de pigmentación ha sido necesario aumentar la dosis de xantofilas y la adición de pigmentos sintéticos buscando "el tono dorado", así como el uso de productos modificados en su perfil cromatográfico (altos en zeaxantina) (1, 8).

Los compuestos involucrados en la pigmentación de la piel del pollo y la yema de huevo, son los carotenoides, los cuales son sintetizados en forma natural por las plantas. Los carotenoides son una familia de compuestos terpenicos que por su estructura química

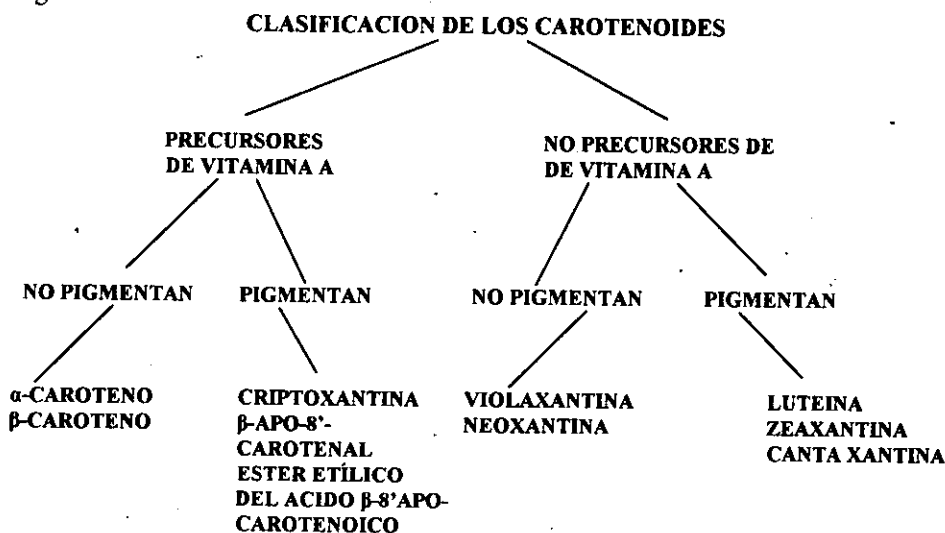
absorben selectivamente parte del espectro de luz visible, por lo cual son denominados pigmentos. Son el grupo de pigmentos más numeroso y ubicuo en la naturaleza, sus funciones son muchas y muy variadas; como ejemplos están: el papel que juegan en las reacciones fotoquímicas de las plantas, en las respuestas fototrópicas de los peces, y como precursores de la vitamina A en mamíferos y aves. Tanto por su número y distribución en la naturaleza como por su diversidad de funciones son un reto que ha interesado desde su descubrimiento a la fecha a químicos, biólogos, fisiólogos y bioquímicos por igual (26).

El término Carotenoide deriva de la palabra latina *Daucus carota* que significa zanahoria, de la que se aislara por primera vez el pigmento amarillo-anaranjado denominado betacaroteno (26).

Los carotenoides se dividen en carotenos como el  $\alpha$ -caroteno y el  $\beta$ -caroteno y las xantofilas (oxicarotenoides) como la criptoxantina, luteína y zeaxantina. Estas últimas, las xantofilas no son precursoras de vitamina A y son pigmentantes (13). La figura 1 muestra la clasificación de los carotenoides.

En 1915 se identificaron las xantofilas, las cuales se encuentran en las plantas, como el principal grupo de pigmentos naturales amarillos y rojos. Se cuentan más de 600 xantofilas diferentes en la naturaleza, sólo unas cuantas tienen poder pigmentante en aves tales como la luteína, la cantaxantina y la zeaxantina (8, 9, 24).

Fig. 1



En su estado natural las xantofilas se encuentran en forma de ésteres de ácidos grasos. Para digerirlas, las aves las hidrolizan mediante el proceso de saponificación que se lleva a cabo en la parte superior del intestino delgado, por la acción de las enzimas que ahí se secretan, precisamente para actuar sobre las cadenas esteáricas y hacerlas absorbibles por el epitelio ciliar del intestino delgado (8, 9, 24).

La distribución de las xantofilas en la naturaleza es muy amplia, cabiendo resumirlas en lo siguiente (21):

1. *Luteina*. De un color amarillo limón, es el di-hidroxi pigmento-DHP- típico en muchas de las plantas como de la harina de alfalfa, en la cual representa del 70 al 80% del total. Unas proporciones aún mayores del 80-85% existen en las harinas de la flor de cempasúchil (*Tagetes erecta* o Flor de Marigold) y de algas como la *Chlorella pyrenoidosa*. Es, junto con la zeaxantina, la xantofila mejor utilizada por las aves para pigmentar la piel de los pollos y la yema de los huevos.
2. *Zeaxantina*. Con un color amarillo-dorado, es otro DHP, siendo la xantofila más importante del maíz, en el que se halla en una proporción unas 4 veces superior que la luteína. En la harina de alfalfa se encuentra en una proporción del 20 al 25% y en la flor de cempasúchil del 5 al 15%. Tiene una alta eficiencia pigmentante.
3. *Criptoxantina*. Es una mono-hidroxipigmento. Tiene un color amarillo anaranjado algo más fuerte que el anterior, hallándose también en la alfalfa y en el maíz, aunque en menor proporción que las anteriores del 7 al 10%. Es menos efectiva como pigmentante que las anteriores, lo que se atribuye a su metabolización parcial como vitamina A. Abunda en el pimiento dulce.
4. *Bixina*. Es un pigmento amarillo procedente del arbusto tropical achiote o bija (*Bixa orellana*). En forma de colorante de alimentos se ha empleado extensamente aunque para la pigmentación de las aves a dado resultados muy irregulares, lo que talvez sea debido a las diversas formas químicas en las que se hallaría en los extractos que se han ensayado. Hay un producto comercial basado en esta xantofila.
5. *Astaxantina*. DHP que constituye el pigmento rojo de los crustáceos (langostas, langostinos, camarones, cangrejos, etc.) Tiene una buena deposición en la yema del huevo pero proporciona a esta, en ausencia de una base amarilla, un desagradable color rosado. De ahí su poco interés en la avicultura.
6. *Citranaxantina*. Es un ceto-carotenoide de color amarillo-pardo o castaño débil y se halla en algunas frutas cítricas. También existe como concentrado comercial. Tiene una regular eficiencia pigmentante sobre la yema del huevo, aunque preferentemente utilizada sobre una base amarilla pero no para la piel del pollo.
7. *Capsantina*. Es otro ceto-carotenoide poco abundante en la naturaleza, siendo una excepción el pimiento (*Capsicum annuum*), en el cual es la xantofila más importante estando

presente en un 40-48%. Tiene un color rojo fuerte y su deposición en la yema del huevo es buena.

8. Capsorubina. Es similar ala anterior, hallándose también en el pimientó, aunque en proporciones muy pequeñas del 1-6%, según la variedad. Es posiblemente, la xantofila sobre la cual se tiene menos información en cuanto a su utilización por las aves.

9. Cantaxantina. Es un ceto-carotenoide de color rojo fuerte, hallándose en el hongo cantarela, robellón o niscaló, así como en el caparazón de algunos crustáceos. Comercialmente se halla en forma de producto sintético, utilizándose habitualmente para lograr una fuerte pigmentación en la yema del huevo

Las xantofilas amarillas de la flor de cempasúchil (luteína, zeaxantina, y criptoxantina) producen tonalidades que van del amarillo limón, al naranja profundo, y sus diferentes proporciones en los pigmentos naturales permiten una gama de tonalidades de esos colores en la piel, pico y tarsos de los pollos de engorda en los que frecuentemente se utilizan más los pigmentos. Esto permite, junto con la concentración que se use en el alimento balanceado, una excelente capacidad de adecuación al tono e intensidad que cada mercado prefiera, según los gustos del consumidor (2, 8, 9, 24).

Las xantofilas rojas, como la capsantina y la capsorubina (obtenidas del chile o páprika), van de los tonos rojos a los púrpuras, y su uso en el alimento de gallina de postura, ya sea solo o combinado con xantofilas amarillas, produce en la yema del huevo un atractivo color naranja dorado de aspecto totalmente natural, que dependiendo de la proporción entre xantofilas amarillas y xantofilas rojas, así como de la cantidad agregada al alimento de las gallinas, permitirá lograr en las yemas un naranja rojizo (8, 9, 24). En el cuadro 1 se resumen los pigmentos más comunes para la piel del pollo y la yema de huevo.

Cuadro 1. Pigmentos para la piel del pollo y yema de huevo

Xantofila	Color	Fuente
Luteína	Amarillo	Maíz amarillo, Gluten, Cempasúchil
Zeaxantina	Anaranjado	Gluten, Maíz amarillo, Cempasúchil.
Capsantina	Naranja rojizo	Chiles rojos
Capsorubina	Rojo	Chiles
Cantaxantina	Rojo	Sintético

(23).

### Composición química

La estructura básica de los carotenoides consta de ocho unidades isoprenoides ligadas de manera tal, que al centro de la molécula hay un punto de simetría. En su mayoría son hidrocarburos de 40 carbonos polinsaturados, con dos ciclos unidos por una cadena alifática de dobles enlaces conjugados. Según si contienen solo átomos de carbono o hidrógeno o si contienen además átomos de oxígeno, se clasifican en carotenoides hidrocarburos o

carotenos y, en oxicarotenoides o xantofilas respectivamente. Las xantofilas a su vez se clasifican en monohidroxixantofilas (criptoxantina), dihidroxixantofilas (luteína y zeaxantina) y polioxixantofilas (cantaxantina) (26).

La característica de pigmento la confieren los dobles enlaces conjugados de la cadena alifática, es por esto, que absorben luz visible entre los 400 y 600nm de longitud de onda. Los grupos funcionales característicos de cada carotenoide específico, influyen en su absorción de luz y por tanto en el color característico del compuesto. Por la configuración de dobles enlaces conjugados los carotenoides presentan isomería *cis/trans* (26).

Las xantofilas u oxicarotenoides existen en la naturaleza en varias formas libres, como ésteres de ácidos grasos, como glucósidos, o formando complejos con proteínas y lipoproteínas. En las hojas, flores, y tallos de plantas, se suelen encontrar como ésteres de ácidos grasos; la excepción es el grano de maíz, en el que las xantofilas se encuentran libres, no esterificadas. En el plumaje de las aves y en el caparazón de crustáceos, así como en la retina de los ojos se encuentran como carotenoproteínas (26).

### **Fuentes de pigmentos**

Los vegetales aportan la mayor parte de los carotenoides que ingiere el animal; las principales materias primas naturales, utilizadas por lo general, en la ración del pollo de engorda como fuente de pigmentación son las siguientes: el maíz amarillo, el gluten de maíz, la harina de alfalfa o de otras gramíneas y el extracto proteico de alfalfa. Entre los productos naturales también se utilizan preparados comerciales de pigmentos que se extraen de las frutas, de los granos o de las flores (Cempasúchil) (6).

Entre los cereales utilizados por la industria de los alimentos balanceados, el maíz amarillo constituye la fuente más rica en carotenoides. En los alimentos llamados "amarilleantes", se utiliza el maíz amarillo en un porcentaje de 60 al 70%, entre los carotenoides identificados, la luteína y la zeaxantina son las únicas que ofrecen interés práctico en lo que se refiere a coloración; en el cuadro 2 se muestra el contenido de xantofilas en algunos ingredientes (12).

La harina de alfalfa es una fuente interesante de carotenoides siempre que se tengan en cuenta determinados criterios, primero: que esté fabricada solamente con hojas e inmediatamente después de la cosecha; segundo, que esté almacenada donde no reciba la luz. Se utiliza por lo general en porcentajes de 3 al 5% en la preparación de alimentos para pollo de carne. El grupo de los carotenos contenidos en las hojas es relativamente simple en general, en gran parte se compone de:  $\beta$ - carotenos y  $\alpha$ -carotenos. Por el contrario, las sustancias del grupo de las xantofilas son muy numerosas; en la alfalfa, por ejemplo se han podido identificar más de 40. Entre las xantofilas de la alfalfa se tienen en cuenta principalmente la luteína y la zeaxantina (6).

El contenido de pigmentos en la alfalfa está en relación con la fecha de recolección, del estado vegetativo de la cosecha, del proceso tecnológico de deshidratación y de la conservación. Estos contenidos pueden variar de 100 a 400mg/Kg (6).

Algunos pimientos han adquirido una importancia industrial de unos años a la fecha y el género *Capsicum* posee especies y variedades ricas en carotenoides; tales como el *Capsicum frutescens*, sobre todo las variedades de pimiento rojo, las cuales son ricas en el carotenoide denominado capsantina (6).

Se utilizan también extractos de pétalos de flores de la familia de las compuestas como la Caléndula y la *Tagetes erecta* (Cempasúchil). Las xantofilas contenidas en estas flores se presentan en alta concentración. El extracto de *Tagetes* contiene sobre todo luteína (6).

Cuadro 2. Contenido de xantofilas en algunos ingredientes vegetales

Ingrediente	mg/Kg
Cempasúchil, pétalos	5,000 a 12,000
Alfalfa deshidratada	185 a 350
Chiles secos	185 a 350
Gluten de maíz 60%	190 a 350 (variación estacional)
Maíz amarillo	13 a 30 (variación estacional)

(23)

La composición de xantofilas de algunos de los principales ingredientes empleados en la alimentación de las aves es la siguiente:

INGREDIENTE	XANTOFILAS
Maíz amarillo	Luteína 54% Zeaxantina 23% Criptoxantina 8% Otras 15%
Gluten de maíz	Luteína 42% Zeaxantina 32% Otras 26%
Alfalfa deshidratada	Luteína 70% Neoxantina 10% Criptoxantina 7% Violaxantina 7% otras 6%
Harina de flor de cempasúchil	Luteína 88% Zeaxantina 4% otras 8%

(7).

### Pigmentos sintéticos

En la avicultura también se utilizan los pigmentos sintéticos, los cuales son productos fabricados mediante la síntesis de la  $\beta$ -ionona, que se logra a partir de la acetona como material inicial. De esta reacción química se obtiene finalmente el éster de ácido  $\beta$ -apocarotenico; molécula similar al  $\beta$ -caroteno, la cual no tiene propiedades provitamínicas, pero si produce una pigmentación amarilla (8, 9, 16).

Una reacción similar a partir del  $\beta$ -caroteno, mediante diferentes reacciones químicas da como resultado la canthaxantina, molécula similar a la capsantina natural. La canthaxantina pigmenta de un intenso color rojo (8, 9).

Los carotenoides cristalinos producidos por síntesis química son de alta pureza y color uniforme. Su uso en la avicultura se extendió en aquellos países en donde son permitidos, y en donde su costo permita su utilización. Actualmente son producidos en Suiza y Alemania (8, 9).

#### **Digestión, absorción y distribución de xantofilas**

Los compuestos carotenoides involucrados en la pigmentación de la yema y la piel del pollo, son sintetizados en forma natural por las plantas. El amarillo y el rojo en materiales vegetales se les denomina colectivamente xantofilas u oxicarotenoides. Las aves y los monogástricos ingieren xantofilas preformadas presentes en los ingredientes que se incluyen en la ración (23).

El betacaroteno y en menor grado la criptoxantina se convierten en vitamina A y no se depositan en el huevo o la piel. La mayoría de las xantofilas se encuentran en los granos e ingredientes en forma de ésteres, que deben ser saponificados en el intestino antes de ser absorbidos. Los ésteres de los hidroxicarotenoides son absorbidos fácilmente por las aves. Los carotenoides que se encuentran en el maíz amarillo están en la forma libre y se absorben directamente. La saponificación *in vitro* de los carotenoides del cempasúchil (*Tagetes erecta*) duplica la tasa de absorción intestinal. La saponificación en el lumen intestinal de pollos jóvenes es relativamente ineficiente. La absorción de xantofilas está directamente relacionada con la absorción de grasa (23).

Los hidroxicarotenoides pueden ser esterificados sin afectar la intensidad de color. Los carotenoides se oxidan en los tejidos: la luteína se convierte en 3'-oxiluteína; la cantaxantina en 4'-hidroxiequinona isozexantina y el  $\beta$ -apo-8-carotenal en  $\beta$ -apo-8-ácido carotenico. Las reacciones de oxidación y reducción alteran la capacidad pigmentante de los carotenoides precursores (8, 9).

Del 30 al 40% de la cantaxantina y el 25% de la zeaxantina se deposita en la yema; una proporción muy baja de los pigmentos es retenida en el organismo, el resto es excretado. En los pollos de engorda solamente el 0.4% de la astaxantina y el 2% de la zeaxantina se depositan en la piel, durante los primeros 28 días de vida del ave. Como es obvio, la pigmentación de la piel del pollo y de la yema, están en función directa con la tasa de deposición (8, 9).

Una vez que los carotenoides se absorben en el tracto gastrointestinal, su destino varía enormemente de acuerdo a la especie animal y al tipo de carotenoide. Los cambios metabólicos y la deposición de los carotenoides en varios tejidos y órganos son tan diversos en especies específicas como su absorción (8,9).

Al ser consumida la xantofila por el pollo de engorda, empieza a recorrer el tracto digestivo sin cambios aparentes hasta alcanzar el intestino delgado, donde en su parte alta (duodeno y yeyuno) las xantofilas y en especial la luteína deben encontrarse en su forma trans para ser absorbidas (8, 9).

Cuando se proporciona a los pollos un producto hidrolizado de cempasúchil que contenga 91% de luteína libre, 8% monoéster y 1% diéster, se ha podido observar lo siguiente. La concentración mayor de luteína en el tracto gastrointestinal es luteína monoéster, en una proporción del doble que luteína libre y cerca de cuatro veces mayor que la luteína en forma diéster (8, 9).

Una vez que las xantofilas han sido absorbidas, se transportan en el suero sanguíneo al pasar por el hígado éstas se depositan en el mismo. En el suero donde los carotenoides son transportados del tracto gastrointestinal a los sitios de depósito, cerca del 98% del total de la luteína está presente como un alcohol libre y el resto como monoéster y no hay trazas de luteína diéster. En el hígado, la luteína se encuentra primariamente como alcohol libre, un 20% como monoéster y únicamente trazas de luteína diéster (8, 9).

Cerca de la mitad de la luteína total en la piel de la pechuga está presente como diéster, el resto está en cantidades iguales de luteína libre y luteína diéster. El contenido total de carotenoide en la piel y en el suero es directamente proporcional a las concentraciones de carotenoides en la dieta (8, 9).

#### **Métodos para evaluar la pigmentación**

Los métodos para evaluar la pigmentación se pueden dividir en directos e indirectos. Los métodos indirectos se basan en la concentración y perfil de las xantofilas contenidas en la muestra analizada. Estos métodos se consideran indirectos por que pueden "correlacionarse" con el valor del color predicho y observado, pero dicha correlación nunca dejará de ser solo una estimación, y muchas veces muy distante del color esperado. Las muestras que se pueden analizar son: alimento, suero, piel de la pechuga, piel de tarsos y yema de huevo. Como es obvio, el análisis del alimento y suero sirven para predecir un valor dado de pigmentación; por otra parte el análisis de la piel, yema y tarsos, cuantifica las xantofilas cuando el producto, ya sea pollo o yema esta listo. Como se ha señalado anteriormente la gran desventaja de estos métodos es que son estimaciones y el hablar de una correlación directa con cierto color resultaría pretencioso, en la practica se usan para complementar los trabajos experimentales hechos sobre pigmentación, en los cuales siempre se efectúan mediciones directas y precisas del color (5,10, 11, 22).

Los métodos directos consisten en la evaluación directa del color de la piel del pollo o la yema del huevo, mediante la descomposición del haz de luz (reflectancia) o la comparación contra un color conocido (abanico de ROCHE), los métodos que se utilizan son:

#### **1.- Prueba Rank para canales de pollo:**

Se trata de una evaluación en la cual se comparan entre sí canales de pollo. Esta son valoradas de mayor a menor pigmentación. La gran desventaja de éste método es que la



valoración sólo sirve para cada muestra y no se pueden usar los datos obtenidos para otra evaluación ya que no se cuenta con algún estándar (9, 10).

## **2.- Abanicos y escalas colorimétricas:**

Estos apoyos visuales han sido desarrollados por algunas de las empresas que trabajan en la industria avícola. Como ya se mencionó, se trata de estándares de color de los cuales se presentan ya sea en la forma de abanico ó como una regla (9, 10).

En México se pueden conseguir los siguientes:

- a) Abanico ROCHE (RCF)
- b) Abanico Basf (ovocolor)
- c) Abanico Prodemex para yema
- d) Abanico Prodemex para pollo
- e) Escala Hoechst para pollo.

## **3.- Colorimetría de reflectancia:**

Es la medición matemática de la reflexión de un haz de luz, de intensidad conocida, por medio de un fotolorímetro que descompone la luz refractada (en 3 dimensiones) en rojos, amarillos y luminosidad. Permitiendo dar un valor numérico a cada color, en forma independiente de la apreciación humana (22).

La metodología de valoración directa se ha convertido en un instrumento muy importante para la industria de los pigmentos, ya que el costo de la pigmentación del pollo es considerable, ya que fluctúa entre 0.50 - 0.90 pesos por ave.

La colorimetría de reflectancia se trata de la evaluación llevada a cabo con el aparato denominado colorímetro de reflectancia, instrumento que conforme pasa el tiempo va adquiriendo mayor importancia para la valoración del color de los productos avícolas. En México los equipos más usados son el Minolta CR-100, CR-200 y CR-300. El primero de ellos resulta en cierto modo poco práctico para evaluaciones de campo, especialmente en granjas, pero si se usa en un lugar fijo es manejable; los dos modelos restantes son excelentes, tanto por la eficacia de sus mediciones como por la facilidad de su manejo (17, 22).

El fundamento de la colorimetría de reflectancia se basa en la emisión de un haz de luz, el cual incide sobre el objeto evaluado y registra el color que "refleja" dicho objeto, de ahí el nombre de colorímetro de reflectancia. El color es detectado por medio de fotoceldas, las cuales actúan como la retina del ojo humano (17).

En la avicultura se pueden usar dos escalas que son  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  y la escala  $Y^*$ ,  $X^*$ ,  $y^*$ . La escala que se utiliza más frecuentemente es  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  ya que se puede interpretar directamente, mientras que la segunda, requiere de trabajarse en un programa computacional.

L\* = Luminosidad, la cual varía de cero, que sería negro absoluto, hasta 100 que correspondería a blanco absoluto.

a\* = Enrojecimiento y enverdecimiento que oscilan entre -60 a + 60, donde los valores con tendencia negativa corresponden a colores verdes y aquellos con tendencia positiva a colores rojos.

b\* = amarillamiento y azulamiento, el cual varía de -60 a +100, siendo los tonos azules los que caen en los valores negativos, mientras que los amarillos arrojan cifras positivas (9,10,19).

Como se puede ver el colorímetro ofrece una interpretación tridimensional del color del objeto evaluado y discrimina perfectamente los componentes de aquello que el ojo humano sólo distingue como un todo (10, 11, 22). Otra forma de valoración de la pigmentación es mediante el cálculo del valor croma el cual indica el grado de saturación o bien de la intensidad del color o la pureza del mismo (19).

Para efectuar las determinaciones de color en los pollos, utilizando el colorímetro de reflectancia de Minolta se sugiere considerar (12):

a). El lugar donde se efectúa la medición debe ser siempre el mismo. Recomendamos el centro de la vena de la grasa, por ser este el lugar donde el pigmento es más representativo del resto de la canal (considerar también que es el mejor punto de engrase).

b). Debe manejarse correctamente el aparato, adosándolo perfectamente a la piel, para impedir la entrada de luz extraña a la producida por el aparato, la cual modificaría la lectura.

c). Los datos deben leerse en función de un color objetivo, de tal forma que se puedan evaluar las diferencias obtenidas entre las distintas lecturas y al compararlas a las tolerancias, determinar que acciones deben tomarse en caso de encontrar desviaciones del patrón de color deseado.

#### **Utilización de los pigmentos en la dieta del pollo de engorda**

Actualmente el pollo de engorda alcanza el peso y tamaño deseado comercialmente a las 7-8 semanas de edad, antes de alcanzar la madurez funcional del aparato digestivo que les permitirá asimilar eficazmente los pigmentos estearificados. Para facilitar la asimilación, y por consiguiente la buena pigmentación, es necesario administrar las xantofilas en su forma libre, para lo cual se predigieren mediante la saponificación o hidrólisis alcalina (8, 9).

Tanto en México, como en diferentes países, el mercado avícola demanda cierto grado de pigmentación; se considera que con una dosis de xantofilas de 240-320 mg/ave, proporcionado durante las últimas 4-5 semanas de engorda, se logra un excelente color (8, 9).

### **Factores que influyen en la pigmentación del pollo de engorda**

La pigmentación de la piel del pollo y de la yema del huevo significa más que la simple adición de pigmentos al alimento balanceado, ya que varios factores están involucrados. Por lo tanto el mismo nivel de oxicarotenoides adicionados en la ración, no siempre produce la misma tonalidad y grado de pigmentación en la piel y en la yema. Alteraciones en la absorción, transporte, deposición, movilización y excreción influyen sobre la coloración final. Actualmente en la industria avícola el costo de la pigmentación es alto, por lo que debemos cuidar muchos aspectos (7, 8, 20, 21).

Los principales factores que influyen en la pigmentación de la piel de pollo y de la yema del huevo son:

#### **Raza, línea y sexo.**

La piel blanca es autónoma y dominante a la piel amarilla; este gen dominante restringe la deposición de los oxicarotenoides, pero no así en otros tejidos. Diferentes razas varían en su habilidad para absorber y depositar los pigmentos. Algunas líneas genéticas tienen menor capacidad para depositar los pigmentos en el tarso. Las hembras se pigmentan más intensamente que los machos cuando reciben la misma dieta por el mismo tiempo, pero estudios de selección genética no han tenido éxito en lograr estirpes con mayor habilidad para pigmentar la yema (7, 8, 20, 21).

#### **Enfermedades.**

La coccidiosis, la enfermedad crónica respiratoria, la hepatitis y la enfermedad de Newcastle disminuyen la pigmentación del tarso, de la piel y de la yema del huevo. Las especies de coccidias no patógenas localizadas en el lumen intestinal, en donde se absorben los nutrientes, así como las infecciones subclínicas con coccidias patógenas localizadas en esa región del intestino, afectan adversamente a la absorción de pigmentos y de vitamina A (6, 7, 14, 21).

#### **Micotoxinas.**

Aunque no se conoce el mecanismo por medio del cual las aflatoxinas y las ocratoxinas ocasionan la despigmentación de la piel del pollo, se ha pensado que estas toxinas dificultan la absorción o facilitan la excreción de los pigmentos (7, 23).

#### **Proceso.**

Tanto el grado de pigmentación como la uniformidad del color son importantes en el mismo animal y en toda la parvada. La pigmentación puede ser afectada drásticamente por la temperatura del agua y el tiempo de escaldado, el tipo de desplumador y de los descañadores. El proceso de escaldado y desplume es muchas veces el culpable de destruir lo logrado en las granjas. La temperatura arriba de 53°C y un tiempo elevado de permanencia en los tanques puede provocar pérdida de cerca del 30% de los depósitos subcutáneos de xantofilas. La temperatura correcta del tanque debe estar entre 51 y 53°C y su mantenimiento no mayor de 3 minutos (7, 13).

La presión ejercida por los dedos de la desplumadora puede desprender gran parte de la cutícula de la piel y dañar la presentación del pigmento, dando una apariencia de pollo

rayado. En parvadas mixtas sucede este problema, por lo que es importante conocer la edad de la parvada y los pesos. El macho necesitará un espacio mayor que la hembra para el proceso de desplume, ya que si se cierra demasiado la máquina para desprender adecuadamente los cañones, podemos dañar la piel (desgarros o rupturas) afectando la calidad del pigmento y la canal de pollo en el proceso. Por esto es recomendable utilizar una combinación de dedos duros con flexibles, para ciertas zonas del ave. Para la pechuga se recomiendan dedos suaves y para la rabadilla dedos duros (7, 13).

#### **Ingredientes de la ración.**

Ingredientes como la harina de carne, el aceite de palma, la pasta de soya, la harina de pescado y el aceite de hígado de bacalao deprimen la pigmentación, mientras que los aceites vegetales la mejoran desde un 4 hasta 7-10%. La vitamina A tiende a deprimir la pigmentación de la yema del huevo cuando se fórmula a niveles superiores de 22,000 UI/Kg. La concurrente administración de la vitamina E produce un incremento del 42% en el nivel de las xantofilas plasmáticas; esto debido a su función de antioxidante natural (7, 8, 20, 21, 23).

#### **Antioxidantes.**

Se agregan rutinariamente a los alimentos y a ciertos ingredientes; estudios *in vivo* no han demostrado claramente sus efectos positivos, pero estudios *in vitro* demuestran que estos productos evitan la oxidación de las xantofilas y carotenos (7).

#### **Arsenicales.**

Los ácidos 3-Nitro y arsanílico se usan como promotores de eficiencia en raciones de pollo de engorda; aunque las observaciones de campo indican que mejoran la pigmentación de la piel, las pruebas de laboratorio han sido muy variables. Se piensa que favorecen la apariencia óptica del color amarillo y que tiene efectos anticoccidianos y antibacteriano (7).

#### **Estabilidad de los oxicarotenoides.**

Esta depende de la fuente, las condiciones de almacenamiento, de la adición de grasa, de antioxidantes y de otros factores. El contenido de xantofilas y carotenos del maíz y del gluten de maíz puede reducirse hasta en un 50% a 25°C por un año. En la alfalfa, el proceso de deshidratado puede causar una pérdida hasta de 73% y posteriormente la temperatura, la luz y el grado de humedad pueden afectar el contenido de xantofilas y carotenos (6, 7, 14, 20).

#### **Puntos básicos para optimizar la pigmentación de pollo de engorda.**

##### **Planta de alimentos**

- Recirculación de pigmento en el depósito
- Mantenimiento previo en el equipo de dosificación y aforo de pigmento
- Prueba de mezclado mediante la toma de alimento para analizar xantofilas
- Usar diferentes tiempos de dosificación de alimet, ácido propiónico y el pigmento (8).

### **Alimento**

-El alimento en migaja en la etapa de engorda y finalización es el que mejor comportamiento tiene en la pigmentación (8).

### **Granjas**

- La orientación y buen estado de las casetas
- Los comederos y bebederos se deberán encontrar en buen funcionamiento
- Verificar que los consumos de alimento, establecidos se lleven a cabo ya que tienen una relación muy estrecha con la pigmentación de pollo.
- Estado general de la parvada (mortalidad y peso)
- Muestras periódicos de alimento para análisis de xantofilas (8).

### **Genética**

-Hay estirpes con mayor dificultad para pigmentar (8).

### **Evaluación clínica de la parvada**

-Infecciosos: todos aquellos factores que ocasionen la disminución en el consumo de alimento afectan la pigmentación ( Síndrome de mala absorción, E.R.C., Colibacilosis, Tifoidea aviar, Bronquitis) (8).

### **Fotocolorimetría**

- Evaluación por colorimetría a partir de la cuarta semana de vida
- Evaluación de la pigmentación al término de la parvada en rastro
- Determinación de la cantidad de xantofilas consumidas en la parvada con relación a su pigmentación en el rastro (8).
- Evaluación de la pigmentación en centros de comercialización.

### **Normatividad en el uso de pigmentos para la avicultura**

La norma que aplica en esta actividad son las siguientes:

**NOM-Y-227-1990.** Alimentos para animales (género Capsicum) Determinación de carotenoides totales. Cromatografía en columna.

**Objetivo y campo de aplicación:** Esta norma oficial mexicana establece el método para la determinación de carotenoides totales en productos del género Capsicum (esterificados y libres) por cromatografía en columna.

Esta norma es para productos naturales rojos, en caso de contener pigmentos sintéticos confirmar con cromatografía de placa fina (15).

**NOM-118-SSA1-1994,** Bienes y servicios. Materias primas para alimentos, productos de belleza. Colorantes y pigmentos inorgánicos. Especificaciones sanitarias.

Esta norma establece las especificaciones sanitarias que deben cumplir los colorantes y pigmentos inorgánicos. Es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso o importación (15).

**NOM-119-SSA1-1994** Bienes y servicios. Materias primas para alimentos, productos de belleza. Colorantes orgánicos naturales. Especificaciones sanitarias.  
Esta norma establece las especificaciones sanitarias que deben cumplir los colorantes orgánicos naturales. Es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso o importación (15).

**NOM-038-SSA1-1993** Bienes y servicios. Materias primas para alimentos, productos de belleza. Colorantes orgánicos sintéticos. Especificaciones sanitarias.  
Esta norma establece las especificaciones sanitarias que deben cumplir los colorantes orgánicos sintéticos. Es de observancia obligatoria en el territorio nacional para las personas físicas o morales que se dedican a su proceso o importación (15).

## **OBJETIVO**

**Evaluar comparativamente la pigmentación del pollo de engorda comercializado en la ciudad de México**

## MATERIAL Y METODOS

### Material:

- Fotocolorímetro de reflectancia CR- 300 de Minolta.
- 1371 muestras de pollo de engorda procesado por 4 diferentes empresas y comercializado en centros de distribución y expendedores de la ciudad de México.

### Método:

- Para la realización de la evaluación se tomaron 1371 muestras al azar de 4 diferentes compañías productoras de pollo de engorda, en un periodo de 7 meses, para medir el grado de pigmentación por medio del uso del fotocolorímetro de reflectancia CR-300 de Minolta. En el cual se utilizará el sistema CIE L\*, a\*, b\* representando las mediciones de Luminosidad (L\*), enrojecimiento (a\*) y amarillamiento (b\*).
- El grado de pigmentación se midió sobre la canal específicamente en la región de la vena pigmentante o vena de la grasa (parte lateral de la pechuga).
- Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando el programa Microstat II, para obtener los valores de Media, Desviación estándar, Intervalos de confianza y Análisis de varianza o Prueba de ANDEVA.
- Ecuación para obtener los valores CROMA

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Donde

C = Valor CROMA

a= Valor promedio de enrojecimiento

b= Valor promedio de amarillamiento



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados finales del presente trabajo se muestran a continuación resumidos en 8 cuadros. En los cuadros 1 y 2 se muestran los resultados del análisis estadístico para la variable luminosidad (L) obtenidos en las cuatro empresas. Como se puede apreciar el promedio general fue 72.04. Las empresas 2 y 3 presentaron el promedio más alto significativamente  $p(0.05)$  con 72.96 y 72.34 respectivamente valores que si bien pueden considerarse como altos dentro de la escala utilizada para medir esta variable que va de 0 a 100. Para esta variable Martínez y col. reportan una media de 73.14, encontrándose diferencias mínimas respecto al promedio encontrado en este trabajo (17).

Sin embargo como puede verse en el cuadro 7 la variación existente entre las cuatro empresas es mínima con un coeficiente de variación de 3.86%, lo que indica un nivel constante en lo referente a este parámetro, mismo que nos permite estimar el intervalo de confianza en un 95% y éste va de 71.9 a 72.2 para los pollos comercializados en la Ciudad de México.

Cabe resaltar que ninguna de las 4 empresas estudiadas queda dentro del intervalo de confianza estimado, lo que denota una divergencia entre los criterios utilizados para la pigmentación de los pollos comercializados en la ciudad de México.

En los cuadros 3 y 4 se muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico para la variable Enrojecimiento (a). Como puede notarse el promedio general fue de 6.59 puntos siendo significativamente superior ( $p 0.05$ ). Las empresas 1 y 3 con promedios de 7.44 y 7.34 respectivamente; mientras que las 2 y 4 cuyas medias son, de 5.99 y 5.58 respectivamente. Para esta variable, Martínez y col. reportan un valor de 5.79 puntos, de acuerdo a los valores obtenidos en el presente trabajo y tomando en cuenta esta referencia, equiparándolas con la escala manejada por Minolta para esta variable (a) que va de -60 a +60 podrían considerarse como aceptables (17).

Sin embargo como puede notarse en el cuadro 7 la divergencia (coeficiente de variación) es muy alta 52.05%, lo que indica que en esta variable es aún mayor el criterio utilizado por las 4 empresas en el tono rojo y que el intervalo de confianza estimado a un 95% va de 6.41 a 6.77. Cabe resaltar que ninguna de las cuatro empresas queda dentro de este intervalo.

Finalmente los cuadros 5 y 6 muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico para la variable amarillamiento (b). Como se puede notar las empresas 1 y 2 tuvieron las medias más altas significativamente 52.29 y 50.22 ( $p>0.05$ ) respectivamente, siendo el promedio entre las 4 empresas de 48.46 puntos y las empresas 3 y 4 mostraron los valores más bajos 45.93 y 45.05 respectivamente. Respecto a esta variable (b), Martínez y col reportan un valor de 49.49 puntos y de acuerdo a los valores obtenidos en el presente trabajo, considerando esta referencia y tomando en cuenta la escala manejada por Minolta para esta variable (b) que va de -60 a +100 podemos considerarlos aceptables y comparados con la media general de 48.46 podrían considerarse con una variación (17).

En el cuadro 8 se presentan los valores cromáticos que como ya se mencionó, reflejan el grado de saturación o pureza de la pigmentación (Minolta). Obteniéndose los valores medios de 52.82 para la empresa 1, siendo éste el más alto siguiéndole la empresa 2 con un valor cromático de 50.57, la empresa 3 con 46.51, y la empresa 4 con 45.39, obteniéndose un promedio general de 48.91 puntos.

El grado de pigmentación en México determina la aceptación del consumidor de pollo y huevo, debido a la asociación que éste hace del color con el estado de frescura o sanidad del producto, lo que conlleva a una competencia comercial entre las empresas por lograr la tonalidad deseada por el consumidor de estos productos, debido a que este factor se ha convertido en un aspecto de venta.

Cuadro 1. Valores del Análisis de varianza para luminosidad (L) en la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México en cuatro empresas.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Probabilidad
Entre Empresa	3	579.66	193.22	26.44	< .0001
Error	1367	9990.76	7.31		
Total	1370	10570.43			

**FV. Fuente de Variación**

**GL. Grados de Libertad**

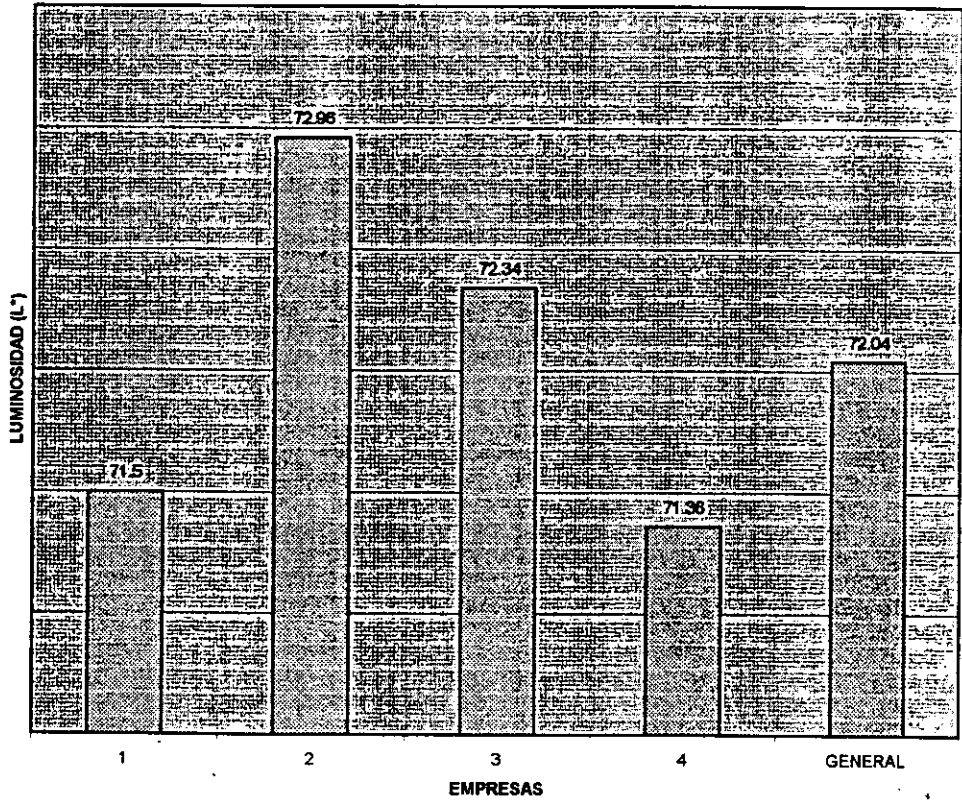
Este cuadro muestra que al menos una de las medias es diferente, dado que  $F=26.44$  es muy alto y  $P=.0001$  (< de 0.05).

Cuadro 2. Comparación de los valores medios de luminosidad de la pigmentación del pollo comercial en la ciudad de México, en cuatro empresas.

Empresa	Media	Desviación estándar	n
1	71.50 <sup>a</sup>	2.63	356
2	72.96 <sup>b</sup>	2.77	348
3	72.34 <sup>b</sup>	2.50	335
4	71.36 <sup>a</sup>	2.90	332
Promedio general	72.04	2.78	371

Letras diferentes entre medias denotan diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

GRAFICA 1  
VALORES MEDIOS DE LUMINOSIDAD (L\*) EN LA PIGMENTACION DEL POLLO COMERCIALIZADO  
EN LA CIUDAD DE MEXICO,D.F.



Cuadro 3. Valores del Análisis de varianza para enrojecimiento (a\*) en la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México en cuatro empresas.

F.V.	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Probabilidad
Entre Empresas	3	905.58	301.86	27.06	< .0001
Error	1367	15246.59	11.15		
Total	1370	16152.18			

FV= Fuente de variación.

GL= Grados de Libertad.

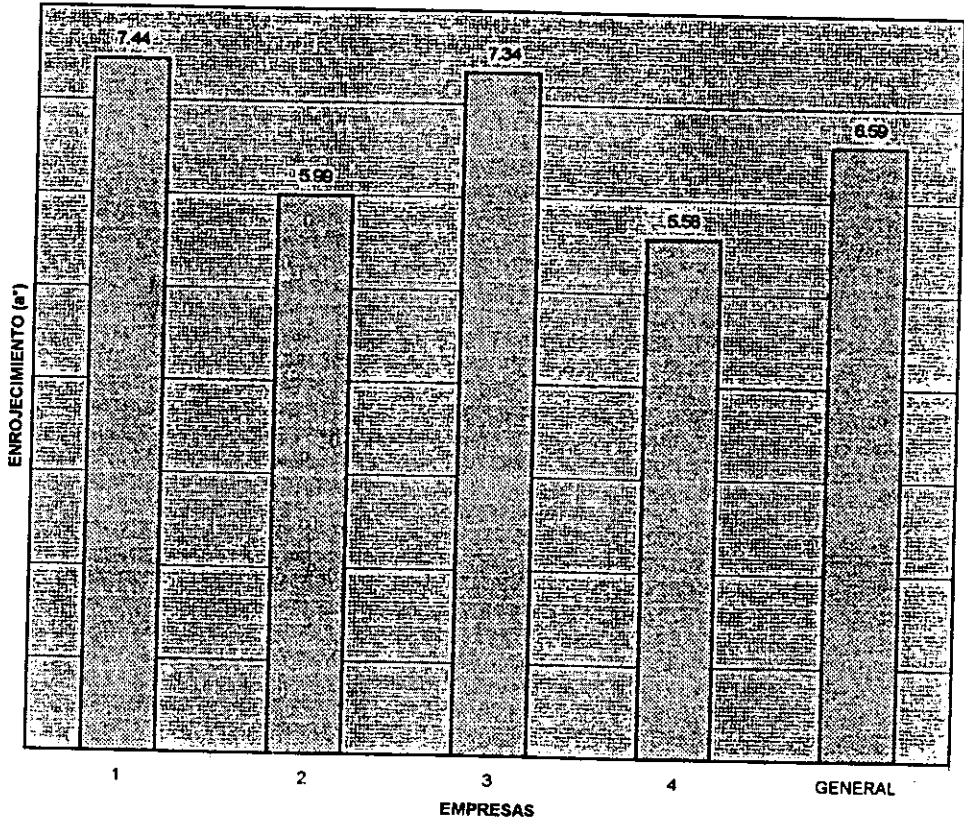
Este cuadro muestra que al menos una de las medias es diferente, dado que  $F = 27.06$  es muy alto y  $p = .0001$  es muy pequeño ( $< 0.05$ ).

Cuadro 4. Comparación de los valores medios de enrojecimiento (a\*) de la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México, en cuatro empresas.

Empresa	Media	Desviación estándar	n
1	7.44 <sup>b</sup>	3.38	332
2	5.99 <sup>a</sup>	3.26	348
3	7.34 <sup>b</sup>	3.43	335
4	5.58 <sup>a</sup>	3.28	356
Promedio general	6.59	3.43	1371

Letras diferentes entre medias denotan diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

GRAFICA 2  
VALORES MEDIOS DE ENROJECIMIENTO (a\*) EN LA PIGMENTACION DEL POLLO  
COMERCIALIZADO EN LA CIUDAD DE MEXICO,D.F.





Cuadro 5. Valores del Análisis de varianza para amarillamiento (b\*) en la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México en cuatro empresas.

F.V.	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Probabilidad
Entre Empresas	3	12311.2	4103.7	149.8	< .0001
Error	1367	37435.5	27.4		
total	1370	49746.6			

FV= Fuente de variación  
 GL= Grados de libertad

Este cuadro muestra que al menos una de las medias es diferente, dado que  $F= 149.8$   
 Es muy alto y  $p=.0001$  es muy pequeño ( $<0.05$ )

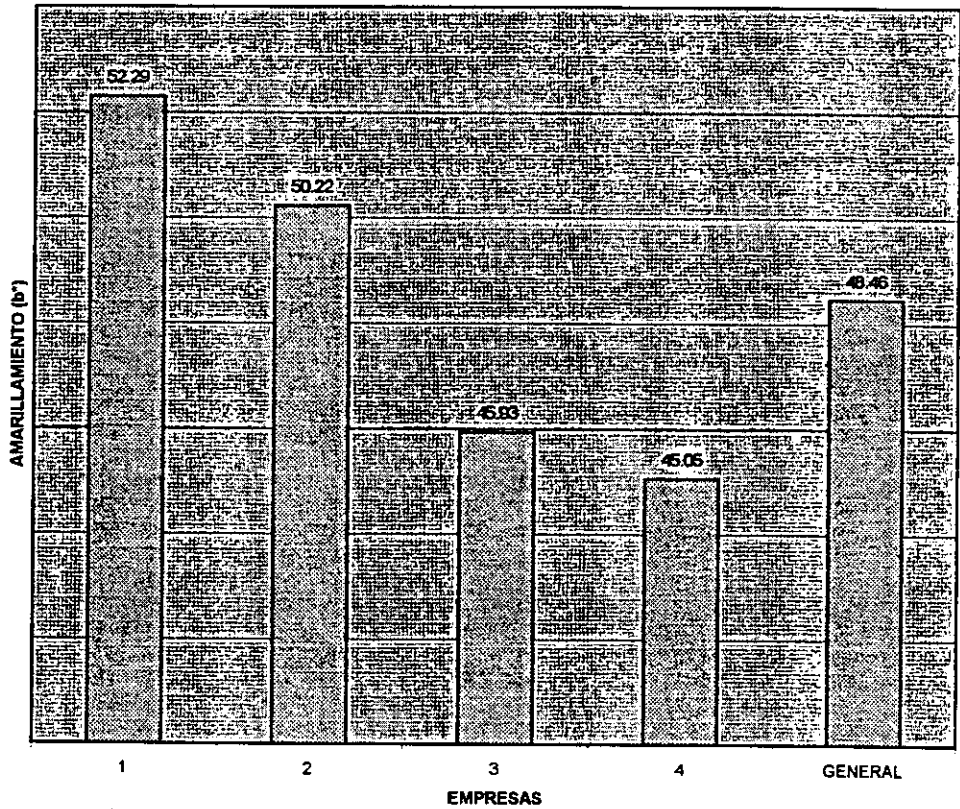
**ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Cuadro 6. Comparación de los valores medios de amarillamiento (b\*) de la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México, en cuatro empresas.

Empresa	Media	Desviación estándar	n
1	52.29 <sup>c</sup>	4.27	356
2	50.22 <sup>c</sup>	4.88	348
3	45.93 <sup>c</sup>	5.68	335
4	45.05 <sup>c</sup>	6.00	332
<b>Promedio general</b>	<b>48.46</b>	<b>4.27</b>	<b>1371</b>

Letras diferentes entre medias denotan diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

GRAFICA 3  
VALORES MEDIOS DE AMARILLAMIENTO (b\*) EN LA PIGMENTACION DEL POLLO  
COMERCIALIZADO EN LA CIUDAD DE MEXICO, D.F.



Cuadro 7. Valores medios de luminosidad, enrojecimiento y amarillamiento en la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México

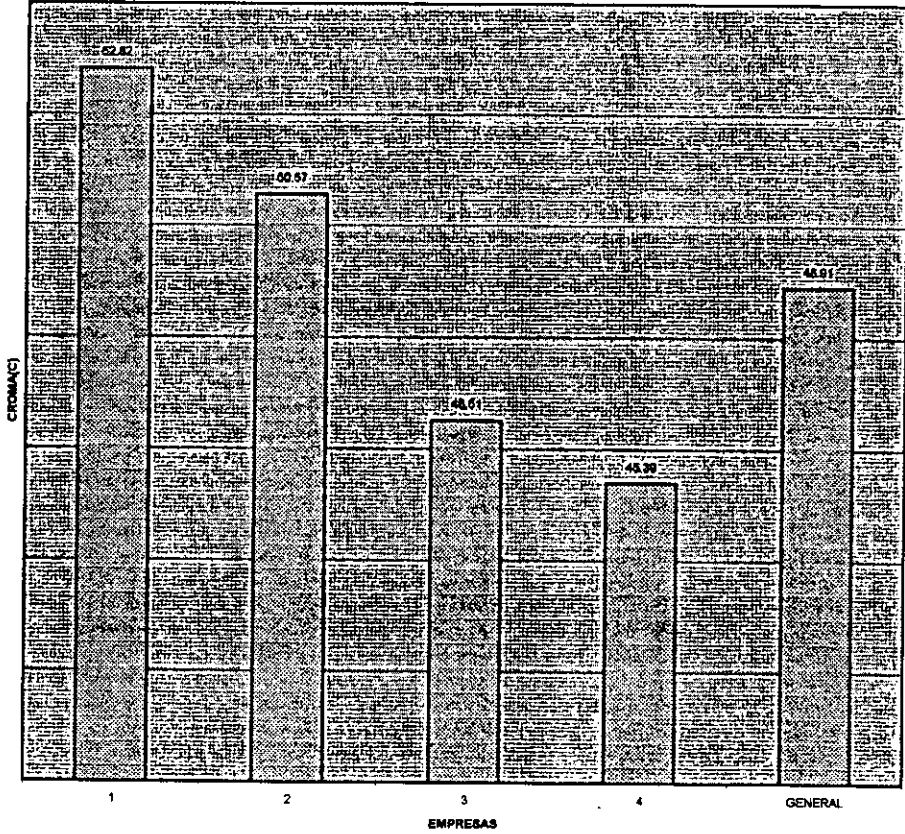
	Luminosidad	Enrojecimiento	Amarillamiento
n	1371	1371	1371
Media	72.04	6.59	48.46
Desviación estándar	2.78	3.43	6.03
Varianza	7.71	11.79	36.31
Coefficiente de Variación (%)	3.86	52.05	12.43
Intervalo de Confianza*	$72.2 > \mu > 71.9$	$6.77 > \mu > 6.41$	$48.78 > \mu > 48.14$

\* Intervalo de Confianza estimado a un 95 % con n= 1371 mediciones

Cuadro 8. Valores Cromo (C) en la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México en cuatro empresas.

Empresa	Cromo ( C )	n
1	52.82	356
2	50.57	348
3	46.51	335
4	45.39	332
Promedio general	48.91	1371

GRAFICA 4. VALORES CROMA (C) EN LA PIGMENTACION DEL POLLO COMERCIALIZADO EN LA CIUDAD DE MEXICO,D.F.



## CONCLUSIÓN

Con base en la discusión de presente trabajo y en los criterios utilizados para evaluar el grado de pigmentación del pollo podemos concluir a través de la estimación del valor croma (saturación) que la empresa con más alto grado en su pigmentación es la número 1 con 52.82 puntos. Teniéndose valores de Luminosidad  $L^*$  de 71.50; Enrojecimiento  $a^*$  de 7.44; Amarillamiento  $b^*$  de 52.29 siguiendo en orden descendiente las empresas 2, 3 y 4 con valores croma de 50.57, 46.51 y 45.39 puntos respectivamente.

Como podemos ver existe una gran divergencia en los criterios que las empresas han adoptado para la pigmentación del pollo comercializado en la ciudad de México, lo cual nos hace pensar en la necesidad de una estandarización en la pigmentación requerida, lo que implica regular por parte de la autoridad competente en esta práctica.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.-**Balcázar, QJ. Sánchez, VB.** Pigmentación del pollo de engorda. Acontecer Avícola. Mayo 1997.
- 2.-**Bauernfeind, C.J.** Carotenoids as Colorants and Vitamin A Precursors. Technological and Nutritional Applications. Academic Press. 1981.
- 3.-**Boletín Informativo Mensual de la Unión Nacional de Avicultores.** Tecnología avícola. Año 11 No. 131, Diciembre 1998.
- 4.-**Boletín Informativo Mensual de la Unión Nacional de Avicultores.** Tecnología avícola. Año 11 No. 135. Abril 1999.
- 5.-**Castillo, UR.** Efecto comparativo de tres pigmentos comerciales para pollo de engorda. Tecnología avícola año 9, No. 104. Septiembre 1993.
- 6.-**Chemillier, J.** La pigmentación del pollo de carne. Boletín Técnico ROCHE. 1985.
- 7.-**Comunicación Bioquímex-Reka.** Departamento Técnico. Factores que influyen en la pigmentación de los productos avícolas. Tecnología avícola Año 8, No. 95. Diciembre 1995.
- 8.-**Comunicación Industrias ALCOSA.** Departamento Técnico. Uso de los pigmentos naturales en la industria avícola. Enero, 1995.
- 9.-**Comunicación Industrias ALCOSA.** Departamento Técnico. Pigmentos naturales para la avicultura. Enero, 1995.
- 10.- **Cortés, CRF.** Evaluación del color utilizando el colorímetro de reflectancia Minolta, con el sistema CIE L\*, a\*, b\*. Comunicación Técnica. Laboratorios ROCHE Noviembre 1996.
- 11.- **Cortés, CR; Leal, MJ.** La medición de la intensidad del color en la piel del pollo de engorda. Tecnología avícola. Año 10. No. 109. pag. 38-39. Febrero 1997.
- 12- **Cuca, M.; Pino, A.J.; Mendoza, C.** Uso de pigmentos en la alimentación de las aves. Técnica Pecuaria. 1985.
- 13.- **Departamento Técnico PIVEG.** Importancia de la pigmentación en la industria avícola. Tecnología Avícola. Año 10 No. 109. Pag. 4-5. Febrero 1997.
- 14.-**Ferzuli, RJR.** Pigmentación de productos avícolas, aspectos estéticos y de comercialización. Agrocultura Edición # 56. Enero-Febrero 1999.
- 15.-<http://www.cc.mexico.com.mx/canaco/normas.htm>. DGN. Catálogo de normas oficiales mexicanas.
- <http://www.ccmexico.com.mx/canaco/normas3.html>. Catálogo de normas oficiales de la Secretaría de Salud.
- <http://www.ssa.gob.mx/prop/nom.htm/egibin/wwwwisis/jin=normasparaeglin?búsqueda=normas>. Normas Oficiales de la Secretaría de salud.
- <http://132.248.102.104/UNAM/consulta/consulta.htm>.
- 16.-**Lipstein, B.** Meat Quality in Broilers, with Particular Reference to Pigmentation. In: Recent Developments in Poultry Nutrition. Butterworths. First Published 1998.
- 17- **Martínez, GA.; López, C.C.; Vicente, S.J.; Téllez, I.G.** Evaluación de la pigmentación en pollo de engorda sacrificado utilizando un colorímetro de reflectancia. Memorias ANECA 1997.
- 18.-**Maynard, A.L. Loosli, J.K.** Nutrición animal. Séptima edición. cuarta en español. Editorial McGraw-Hill. 1981.



- 19.- **Minolta**. Precise color communication. Minolta Camera Co. LTD. Japan. '1998
- 20.-**North, O.M.** Manual de Producción Avícola. Segunda Edición. Editorial Manual Moderno. México, 1990.
- 21.-**Pontes, P.M. Castelló, L.J.A.** Alimentación de las aves. Real Escuela de Avicultura. Primera Edición Noviembre, 1995.
- 22.- **Phug, V.B. Salmerón, SF.; Soto, RL. Vázquez, PC.** Interpretación de los valores de pigmentación a partir de métodos cualitativos y cuantitativos en pollo de engorda. Pag. 205-208. ANECA 1993.
- 23.-**Shane, MS.** Uso de pigmentantes en alimento para aves. Tecnología avipecuaria. Año 6, No. 72 Pag. 5,7. . Enero 1995.
- 24.- **Suplemento DAWE'S**, Progresos en nutrición. Las Xantofilas en los alimentos para aves. No. 267. Pag. 1973. Diciembre 1996.
- 25.-**Unión Nacional de Avicultores.** Los avicultores de México contribuyen al desarrollo nacional y a la alimentación de la población. Tecnología avipecuaria. año11, No. 134. Pag. 40. Marzo de 1999
- 26.- **Villesid, F.** Sobre la naturaleza de los pigmentos carotenoides. Boletín Técnico # 1 Industrias ALCOSA, SA de CV. Junio 1999.
- 27.- **Zavala, G. Jr.** Pigmentación en yema de huevo a nivel nacional. Avicultores y su entorno, Año 3. No. 14 Abril-Mayo 2000