



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

EFFECTO DE TRES NIVELES DE HARINA DE FLOR AMARILLA (Tithonia
rotundifolia) PARA LA PIGMENTACION DE PIEL Y TARSOS EN
POLLOS PARRILLEROS

TEODORO GONZALEZ TRUJILLO

SILVIA MARGOTH MEJIA ALVARADO

PEDRO FRANCISCO ROMERO MARROQUIN

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO



SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 1992

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL : LIC. MIRNA ANTONIETA PERLA DE ANAYA

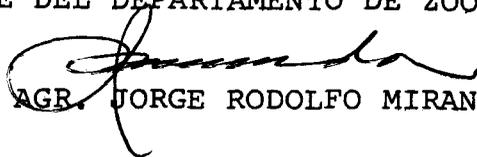
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN

SECRETARIO: ING. AGR. MORENA ARGELIA RODRIGUEZ DE SOTO

d) por la secretaria de la Fae. de C. A. A. Enero - 1993

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA


ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ

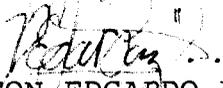
ASESORES :

ING. AGR. JOSE GABRIEL ROSALES MARTINEZ, M. Sc.

ING. AGR. REYNALDO ERNESTO YUDICE GARCIA

JURADO CALIFICADOR :


ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO


ING. AGR. NAPOLEON EDGARDO PAZ QUEVEDO


ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

RESUMEN

El ensayo se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, departamento de La Paz.

El trabajo tuvo como objetivo determinar la coloración más adecuada en la piel y tarsos de pollos parrilleros usando como pigmentante diferentes niveles de harina de flor amarilla (Tithonia rotundifolia).

La duración del ensayo fue de seis semanas, se utilizaron 300 pollos de la línea Arbor Acres, distribuidos en cinco tratamienos, con cuatro repeticiones cada uno. Los niveles de flor amarilla fueron: $T_1 = 100$ gr; $T_2 = 150$ gr; $T_3 = 200$ gr por qq de concentrado, éstos comparados contra el T_0 sin pigmento y a la vez comparado con el T_4 que contenía 3.5 gr por qq de concentrado de un pigmento comercial conocido como Lucantín Amarillo; suministrando el 50% de las dosis asignadas en la tercera y cuarta semana de edad; el 100% en la quinta y sexta semana.

Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar; las variables evaluadas fueron: Pigmentación de la piel y -tarso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso vivo y rendimiento en canal. Al analizar en forma cualitativa la pigmentación al final del ensayo se encontró diferencia

bien marcada, observándose que a medida aumentaban los niveles de harina de flor amarilla de los diferentes tratamientos, así mismo se incrementaba la tonalidad de coloración de la piel y tarsos en las aves, obteniéndose resultados similares en los tratamientos T₄ y T₃, seguidos en forma descendente por T₂, T₁ y T₀. En cuanto a las otras variables evaluadas no se encontró diferencia significativa.

En lo que respecta al estudio económico, este muestra -- que el tratamiento T₀ fue el de menor costo total con -- (¢ 13.65), seguido del T₁ (¢ 13.71); T₂ (¢ 13.76); T₃ (¢ 13.77) y T₄ (¢ 13.85).

AGRADECIMIENTOS

- A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR :
Por habernos dado la oportunidad de forjarnos como profesionales.

- A LOS ASESORES :
Ing. Agr. José Gabriel Rosales Martínez e Ing. Agr. Reynaldo Ernesto Yúdice
Por su desinteresada colaboración en la elaboración de este trabajo.

- A LOS JURADOS CALIFICADORES :
Ing. Agr. Luis Homero López, Ing. Agr. Napoleón Edgardo Paz Quevedo é Ing. Agr. Horacio Gil Zambrana Rivera
Con mucho respeto.

- A TODO EL PERSONAL DE LA UNIDAD DE QUIMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS, especialmente a la Dra. Francisca Cañas de Moreno, Lic. Digna de García, por su valiosa colaboración.

- A LOS SEÑORES : Carlos Corvera y Francisco Osorio
Por ayudarnos con la literatura necesaria para esta investigación

- A la señora Marina del Carmen Rodríguez
Por su colaboración en la mecanografiada de este trabajo.

- A la Sra. Concepción Marina Meardi de Rosales
Por su colaboración, paciencia y comprensión.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por haberme ayudado, tanto espiritual como intelectual.

- A MIS PADRES :
Blanca Nieves Trujillo y Patricio Heriberto González
Por confiar en mí y darme todo el apoyo necesario para
finalizar esta Carrera.

- A MIS HERMANOS :
Luis Alonso, Zoila, Carmen, Baudelio Reynaldo, Estela,
Heriberto, Vicente, Leonel, Arelí, Ramiro (Q.E.P.D.),
Morena, Ernesto y Claudia.
Porque sin su apoyo no hubiera logrado este objetivo.

- A MI NOVIA :
Marta Maribel Solís Mena
Por haber convivido y comprendido a lo largo de la carre
ra momentos difíciles.

- A MIS AMIGOS :
Con los cuales compartimos momentos de alegría, pero en
algunas situaciones momentos de tristeza que logramos su
perar.

Teodoro González Trujillo

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO :
Por darme la vida e iluminación en los momentos más difí
ciles y alcanzar mis metas.

- A MIS PADRES : Neftaly Alvarado y Domitila Mejía
Por sus sacrificios y apoyo brindado durante todos los
años de estudio.

- A MI HIJO :
Francisco Alfredo
Por llenarme de ilusiones y poder así proyectarme un fu
turo mejor.

- A MIS HERMANOS :
Rosario del Carmen, Alfredo, Oscar David, Héctor Osmin.
Por su apoyo y todo su cariño.

- A MIS SOBRINOS :
Liset, Frances, Dyana, Patricia, Silvia, Claudia, Mirna,
Oscar, con mucho cariño.

- Al Ing. Agr. Alvaro Francisco Jerónimo Díaz
Por su comprensión y apoyo en parte de mi carrera.

- A MI PRIMO :
Lucio Edgardo Calderón
Por la ayuda brindada en momentos que más necesitaba.

- A MIS FAMILIARES Y AMIGOS
Con cariño.

Silvia Margoth Mejía Alvarado

DEDICATORIA

- A DIOS
Por permitirme alcanzar mis ideales propuestos.

- A MIS PADRES
Pedro Francisco Romero (Q.E.P.D.), y Paulina Marroquín
Vda. de Romero
Con mucho amor, por haberme dado la vida y la oportunidad de culminar mi formación profesional.

- A MIS HERMANOS, con cariño.
Reyna Gloria, Domingo, Salvador, José Humberto, Pablo -
Narciso
Por darme su amor, apoyo moral y económico.

- A MIS CUÑADOS :
Angel Ruano, Erlinda Granado, Marta Alicia Elia
Por darme desinteresadamente su cariño y apoyo moral.

- A MIS SOBRINOS :
Ozucena, Iliana, Dagoberto, Keni, Dominguito, Francis,
Baneza, Yessica, Erick, Braya, Henry y Gabriela
Con mucho cariño y esperando que lo tomen como un ejemplo digno de imitar.

- A MIS TIOS, PRIMOS Y AMIGOS
Que de forma directa e indirectamente contribuyeron a mi formación profesional.

- A MIS COMPAÑEROS DE TESIS
Por su empeño, dedicación y comprensión.

- A MI PATRIA : EL SALVADOR

Pedro Francisco Romero Marroquín

I N D I C E

	Página
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Aditivos	3
2.2. Clasificación de los aditivos	4
2.3. Aditivos más utilizados en avicultura	4
2.3.1. Antioxidantes	4
2.3.2. Antibióticos	5
2.3.3. Coccidiostatos	6
2.3.4. Pigmentos	6
2.3.5. Carotenoides sintéticos	8
2.3.6. Desarrollo de nuevas fuentes de xan- tófilas	10
2.4. Clasificación taxonómica de la planta de -- flor amarilla	10
2.4.1. Generalidades	11
2.5. Consideraciones para la pigmentación en po- llos parrilleros	12
2.6. Factores que influyen en la pigmentación ..	14

	Página
2.7. Problemas en la pigmentación	15
2.8. Medición de la pigmentación	17
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. Localización	18
3.2. Duración	18
3.3. Instalación y equipo	18
3.4. Unidades experimentales	19
3.5. Metodología estadística	19
3.5.1. Diseño experimental	19
3.5.2. Tratamientos evaluados	20
3.5.3. Modelo del análisis de varianza uti lizado	20
3.5.4. Variables evaluadas	21
3.6. Alimento utilizado	21
3.7. Procesamiento de la harina de flor amarilla.	23
3.8. Plan de manejo	24
3.8.1. Limpieza y desinfección de galera .	24
3.8.2. Recibimiento de pollos	24
3.8.3. Vacunación	25
3.8.4. Control de peso	25
4. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1. Pigmentación de la piel y tarsos	26
4.2. Ganancia de peso	27
4.3. Peso en canal	27
4.4. Consumo de alimento	30

	Página
4.5. Conversión alimenticia	32
4.6. Costos de producción	32
5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES	36
7. BIBLIOGRAFIA	37
8. ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Contenido promedio de xantófila de algunos productos naturales	9
2	Efecto de la temperatura del agua usada durante el procesamiento en la pigmentación del pollo de engorda	16
3	Fórmula de concentrado utilizado para la alimentación de los pollos durante todo el período de ensayo	22
4	Contenido nutricional del alimento de pollo engorde, utilizado en el ensayo	23
A-1	Valores totales y promedios de ganancia de peso por tratamiento y repetición (kg) ...	40
A-2	Análisis de varianza de ganancia de peso (kg)	40
A-3	Valores totales y promedios de peso en canal por tratamiento y repetición (kg)	41
A-4	Análisis de varianza para peso en canal (kg)	41
A-5	Valores totales y promedios del consumo de alimentos por tratamiento y repetición (kg) .	42
A-6	Análisis de varianza del consumo de alimento (kg)	43

Cuadro		Página
A-7	Valores totales y promedios de eficiencia - de conversión por tratamiento y repetición	43
A-8	Análisis de varianza de eficiencia de con- versión	43
A-9	Pigmentación obtenida en tratamiento T_0 , y sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel	44
A-10	Pigmentación obtenida en tratamiento T_1 y - sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarso y piel	45
A-11	Pigmentación obtenida en el tratamiento T_2 y sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel	46
A-12	Pigmentación obtenida en el tratamiento T_3 sus repeticiones según abanico colorimétrico ROCHE en tarsos y piel	47
A-13	Pigmentación obtenida en el tratamiento T_4 y sus repeticiones según el abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel	48
A-14	Costos de producción	49

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Esquema de la planta de flor amarilla (<u>Tithonia rotundifolia</u>)	13
2	Grados máximos y mínimos de pigmentación en la piel de pollos por tratamientos	28
3	Grados máximos y mínimos de pigmentación en los tarsos de pollos por tratamientos	29
4	Peso vivo y peso en vanal promedio por tratamiento (kg) la sexta semana de edad	31
5	Consumo de alimento y eficiencia de conversión. Promedio por tratamiento (kg) a la sexta semana de edad	33

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas que tiene la industria avícola desde hace muchos años en los países donde se encuentra avanzada, es el de lograr el grado adecuado de coloración en la piel y tarsos de los pollos; así como en la yema de los huevos. En la mayor parte de estos países los problemas de pigmentación revisten hoy en día una importancia extraordinaria ya que de lograrse el color apetecido por el mercado dependerá el que los huevos o los pollos se puedan valorar mejor.

En El Salvador, como en los países donde el mercado exige productos avícolas bien pigmentados se hace uso de carotenoides sintéticos, éstos se incorporan al alimento y se encuentran en el mercado a un precio muy alto, lo que hace que se incremente su costo, por tal razón es necesario buscar fuentes de pigmentos que reduzcan los costos de producción en la elaboración de los alimentos.

Una alternativa es la utilización de flores de especies vegetales que en el país se encuentran en forma silvestre y que hasta el momento se ha realizado poca investigación en la obtención de pigmentos naturales para aves.

El objetivo de la investigación fue probar diferentes niveles de harina de flor amarilla (Tithonia rotundifolia), para la pigmentación de la piel en los pollos parrilleros, determinando el más adecuado y de más bajo costo.

En este trabajo se utilizó harina de los pétalos de flor

amarilla (Tithonia rotundifolia) y los resultados analizados fueron tomados en forma cualitativa para determinar la pigmentación alcanzada por los pollos a las seis semanas de edad.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Aditivos

Aditivos son aquellas sustancias no alimenticias que se pueden incorporar a los concentrados con el fin de obtener determinadas mejoras en su rendimiento e incrementar la rentabilidad de las aves (1, 4).

Según la Organización Mundial de la Salud, los aditivos para concentrados deben reunir las siguientes características :

- a) Ausencia de residuos en los productos animales que pueden afectar la salud del hombre.
- b) Inocuidad para los animales
- c) Facilidad de identificación y dosificación mediante métodos aprobados.
- d) Estabilidad física y química en las premezclas, sin incompatibilidad con otros aditivos.
- e) Adecuada eficacia zootécnica (4).

En las explotaciones avícolas el conseguir la mejor pigmentación de la yema de los huevos o de la piel de los pollitos, el asegurar un óptimo estado sanitario de los animales, el lograr el mismo crecimiento con el mínimo consumo de concentrado, prevenir la destrucción oxidativa de algunas vitaminas, son todos ellos factores que justifican la conveniencia y hasta la necesidad en algunos casos de incorporar al concentrado aditivos determinados (4).

2.2. Clasificación de los aditivos

Basados en un criterio fundamental práctico y descartando aquellos productos que se incluyen como principios nutritivos, se ha elaborado la siguiente clasificación: Antibióticos, antioxidantes, aromatizantes, arsenicales, enzimas, furanos, hormonas, tranquilizantes y pigmentos (4, 12).

2.3. Aditivos más utilizados en Avicultura

No todos los aditivos tienen igual interés existiendo algunos que en la práctica no se utilizan como los aromatizantes, las enzimas y las hormonas; otros son de empleo obligado en muchas fórmulas como los antioxidantes, antibióticos, drogas coccidiostáticas y pigmentos. Existen otros de utilidad dudosa según los casos como los arsenicales y los tranquilizantes (4).

2.3.1. Antioxidantes

La rancidez de las grasas en los alimentos es indeseable porque disminuye el gusto del alimento y pueden destruir las vitaminas A, E y D. Por tanto, la función de los antioxidantes es para auxiliar en el desarrollo de una buena pigmentación de tarsos y piel de pollo parrilleros, esto indica que mejoran la utilización de los carotenoides en la pigmen-

tación (1, 4, 10). Los antioxidantes de posible empleo son muy numerosos, y se clasifican en dos grandes grupos:

a) Naturales:

Son aquellos existentes como tales en la naturaleza, como son el ácido ascórbico, la vitamina E y el ácido cítrico.

b) Sintéticos:

Son productos químicos, de empleo mucho más frecuente que los anteriores a causa de su mayor eficacia, entre estos tenemos el etoxiquín, Difenil-Parafenilen-diamina (DPPD), el hidroxitolueno butilado (BHT), el hidroxianisol butilado (BHA), y el galato de propilo; los de empleo más corriente en la actualidad son el etoxiquín y el BHT, ambos en dosis de 125 gr/tonelada (4, 12).

2.3.2. Antibióticos

Constituyen un grupo de compuestos químicos producidos en forma biológica por ciertas plantas o microorganismos - (por lo general hongos) que poseen propiedades bactericidas y bacteriostáticas. Los antibióticos que más se emplean en los alimentos terminados son: Penicilina procaínica, oxite-traciclina, clortetraciclina, bacitracina, flexomicina, virginiacina, y su empleo puede ser en:

a) Inclusión en niveles altos en la dieta por períodos cortos como medicamentos para tratar una infección en particular.

b) Empleo continuo a niveles bajos (antibióticos a nivel nutricional en dietas para aves, a fin de mejorar la producción). En general los antibióticos a nivel nutricional reducen la incidencia de infecciones bacterianas a niveles sub-clínicos del tracto digestivo y de esta manera mejoran la ganancia de peso y conversión alimenticia (1).

2.3.3. Coccidiostatos

Los coccidiostatos son agentes químicos que se añaden a los alimentos que ingieren las aves, con el fin de inhibir o destruir el desarrollo de las coccidias. Estas drogas se emplean según el tipo de explotación avícola al cual vaya destinado el alimento.

a) Pollo de engorde: Se proporcionan niveles preventivos durante todo el ciclo de vida.

b) Pollonas de postura: Se proporcionan niveles preventivos desde un día de edad hasta 15 días después de que las aves se colocan en la galera definitiva.

c) Reproductoras pesadas y ligeras: Se administra niveles crecientes decrecientes, para producir inmunidad por exposición controlada (1).

2.3.4. Pigmentos

Son sustancias que se incluyen en las dietas para aves

con el propósito de mejorar el color amarillo de tarsos, piel de los broiler y yema de los huevos (1, 5, 12); esta pigmentación se debe a las xantófilas o carotenoides contenidos en el alimento (1, 6, 9, 10).

La explotación intensiva de las aves ha obligado a los avicultores a complementar los alimentos de éstas con fuentes ricas en carotenoides naturales o sintéticos. Estas sustancias se encuentran en forma natural en el maíz amarillo, harinas de alfalfa, gluten de maíz amarillo y pétalos de las caléndulas (*Tagetes* sp) (1, 5, 6, 10, 11).

El grupo general de los carotenoides se divide en dos clases de productos; los carotenos que son aquellos compuestos que presentan suficiente actividad de vitamina A, como por ejemplo el beta-caroteno y la otra clase son las xantófilas las cuales son los pigmentos naturales de interés para el avicultor. Dos de las xantófilas que tienen fuerte capacidad de pigmentación son la luteína y la zeaxantina, la primera se encuentra en los pétalos de las caléndulas, alfalfa y maíz; y la zeaxantina se encuentra en especial en el maíz y harina de gluten de maíz (6).

Las xantófilas son por lo general bien absorbidas, pero no tienen ninguna función biológica en el animal; como no son de fácil excreción permanecen en el cuerpo y se depositan en las áreas ricas en lípidos, como la yema y la piel, ya que son sustancias solubles en lípidos (4, 6).

Para una pigmentación aceptable en parrilleros es común complementar las dietas con 100 a 150 grs de xantófilas/tonelada de alimento en las últimas cuatro semanas antes de llevarlas al mercado (1, 5).

La eficacia de los pigmentos es muy variable; sin embargo, se sospecha que ésta aumenta con el uso simultáneo de antioxidantes como el DPPD. En algunas circunstancias el uso de éste hace innecesaria la adición de pigmentos a la dieta, ya que permite de algún modo el traslado y depósito en los tarsos, piel y yema de huevo de la mayor parte de pigmentos amarillos que se encuentran en el alimento (12).

En los últimos años se ha dado mucha importancia al uso de sustancias pigmentantes, en el alimento para aves, como consecuencia de la demanda del público y no de las necesidades nutritivas de las aves (5). En el Cuadro 1, se muestran algunas fuentes naturales más comunes de xantófilas.

2.3.5. Carotenoides sintéticos

Existe una variedad de pigmentos sintéticos que pueden ser utilizados para brindar coloración a pollos de engorde y yema de huevo. Como por ejemplo la cantaxantina que cuando se añade a los pigmentos naturales del maíz y de la harina de alfalfa, ayuda a producir un color amarillo-naranja en --

los tarsos y piel de los pollos (8, 11), siendo su requerimiento entre 2 a 10 gramos de cantaxantina por tonelada de concentrado para suplementar las xantófilas naturales para parrilleros (10, 11), y el 13-apo-8' caroteno o éster etílico del ácido B-apo-8'-catorenoico, en dosis de 2 a 9 - gramos por tonelada de concentrado suplementa los pigmentos naturales de las raciones para ponedoras (11).

Cuadro 1. Contenido promedio de xantófila de algunos productos naturales.

PRODUCTOS	Xantófila mg/kg de producto
Harina de pétalos de Marigold (<u>Tagetes erecta</u>)	6,000- 10,000
Algas (<u>Chlorella pyrenoidosa</u>)	4,000
Harina de hojas brócoli	670
Harina de Kao haole, (<u>Leucaena leucocephala</u> Lamdewit)	660
Pimentón africano	440
Harina de hoja de alfalfa deshidratada (20% de proteína)	400- 500
Gluten de maíz (60% de proteína)	330
Pimentón español	275
Harina de alfalfa deshidratada (17% de proteína)	185- 350
Pimentón chileno	185
Gluten de maíz (41% de proteína)	90- 180
Zanahorias en polvo	65
Maíz	20- 25

Fuente : SCOTT, 1973 (11).

2.3.6. Desarrollo de nuevas fuentes de xantófilas

Algunas empresas refinadoras de maíz están produciendo un nuevo tipo de harina de gluten de maíz que contiene 60-65% de proteína y aproximadamente 50-100% más de xantófilas que las que están presentes en la harina de gluten de maíz normal del 41% de proteína (11).

Varios investigadores han sugerido el empleo de harina de algas como fuentes de xantófilas, otros han buscado el contenido de bayas, flores u hojas de alto contenido de xantófilas. Los aditivos basados en la harina de pétalos de marigold y otros extractos de fuentes de xantófilas se han empleado en forma comercial para mejorar las xantófilas naturales del maíz y de la harina de alfalfa en los alimentos para aves (11).

En El Salvador una de las posibles fuentes de xantófilas naturales, que durante muchos años ha estado formando parte de la flora silvestre, es la flor amarilla que por su color característico se asegura que contiene gran cantidad de xantófilas.

2.4. Clasificación taxonómica de la planta de flor amarilla

Tronco	:	Cormofitas
División	:	Antófitas

Sub-división	:	Angiosperma	
Clase	:	Dicotiledóneas	
Sub-clase	:	Simpétalos	
Orden	:	Sinandras	
Familia	:	Compuestas	
Género	:	Tithonia	
Especie	:	rotundifolia	(9)

2.4.1. Generalidades

Esta flor es conocida como: Girasol, mirasol, acate, ar_ cabo, chilicate, varabajo, vara de acau, girasolillo y jala_ cate. Es una hierba anual o subarbusto, común en cultivos, rastrosos, potreros, praderas y matorrales de climas templ_ ados y fríos, que en el país florece en los meses de octubre a abril, cuyo rendimiento es de 11 kg de pétalos de flor en fresco para producir 1 kg de harina; en base a muestreo rea_ lizado se puede tener una producción por área de 205 kg de harina de flor amarilla/mz.

La raíz es pibotante, su tallo fornido, cilíndrico y erecto, ramificado, longitudinalmente rayado, de 1 a 2 m de alto y peloso a lampiño con el tiempo. Las hojas son alter_ nas con pecíolos angostos alados.

La inflorescencia está compuesta de cabezas terminales o axiales, solitarias con cabillos largos, cada una con dos grupos radiados de brácteas por debajo. La cabeza floral -

grande está compuesta de 8 a 13 florecillas tubulosas amarillas a amarillo-anaranjadas sobre un receptáculo con bracteolas.

El fruto es una nuecesilla oblonga con semilla y es negra a moteada pelosa. Se propaga por semilla y su vida útil es de cinco meses (3, 7).

El uso que se le conoce a esta planta es que la decocción de sus hojas es empleada como remedio para el paludismo (2).

La Fig. 1 muestra el esquema de la planta de flor amarilla.

2.5. Consideraciones para la pigmentación en pollos parri- lleros

Es importante conocer que los pigmentos que se depositan en la piel se descomponen, siendo así que el tiempo crítico para la pigmentación son las dos semanas anteriores al sacrificio de los pollos. Los niveles altos de xantófila en este momento son los más efectivos para obtener un producto bien pigmentado, aunque no son necesarios niveles altos de xantófila en la dieta inicial ya que la mayoría serán degradados antes que los pollos sean sacrificados, se cree que al menos algún pigmento se necesita en este alimento si se desea obtener un pollo bien pigmentado para el mercado. Hay dos explicaciones posibles para esto; una es simplemente la de que el depósito de Xantófila durante la etapa final es más exitosa si existe una base primaria de pigmento; la otra posibilidad es que la presencia de pigmento en el alimento -

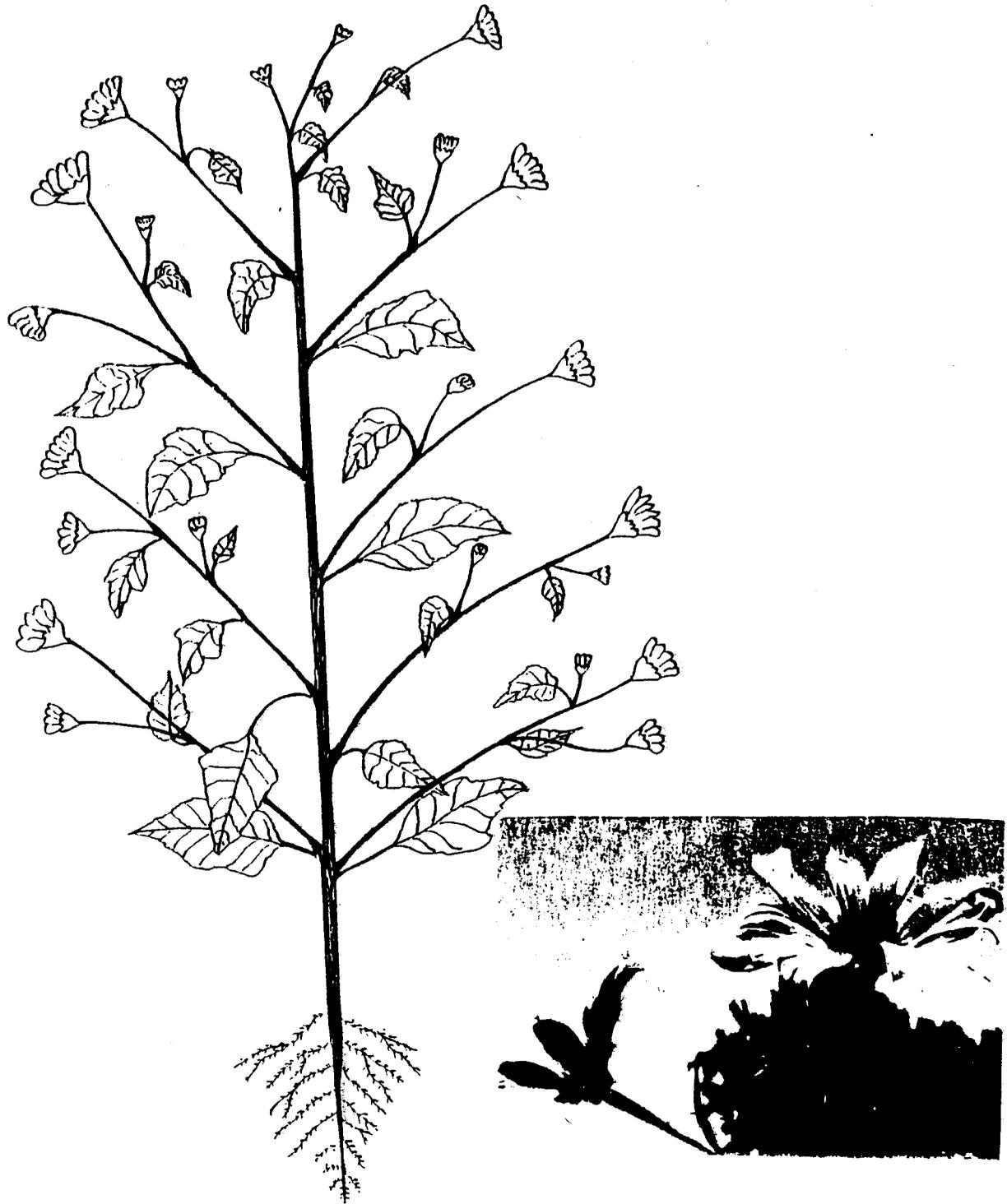


Fig. 1. Esquema de la planta de flor amarilla (Tithonia rotundifolia).

inicial activa el mecanismo biológico responsable de la absorción, mejorando la eficiencia del almacenamiento del pigmento cuando niveles altos se administran durante la fase final (4, 6).

La acumulación de pigmento en los tarsos es mayor que en la piel, por lo tanto la pigmentación de los tarsos suele ser 1 a 2 grados superior que la medida sobre la piel (4).

2.6. Factores que influyen en la pigmentación

Aunque el origen de la pigmentación (concentración de xantófilas de la dieta), es nutritivo, existen factores que interfieren la absorción de éstos, determinando el grado de color de la piel de los pollos o de la yema de los huevos. Algunos de estos factores son los siguientes :

- Genéticos : Las razas con las que trabaja tiene influencia decisiva al respecto ya que existen algunas de ellas que no poseen el gen de la pata amarilla, razón por la cual, sea cual fuere el nivel de xantófila en el concentrado no pueden depositar en ella así como tampoco en su piel los pigmentos contenidos en el mismo. Aunque la mayoría de razas empleadas hoy en las granjas se encuentran en el caso contrario como la Leghorn para la puesta o los cruces Cornish x White Rock, para carne (4, 13).

- Patológicos: Hay numerosas enfermedades que afectan en

forma negativa la pigmentación de los pollos y la yema de los huevos, aunque los primeros son más afectados. En general - ello tiene como fundamento la alteración de la capacidad de absorción de pigmentos de la mucosa intestinal a causa de las lesiones que tales enfermedades producen en la misma. Este es el caso de la pérdida de pigmentación que se produce a consecuencia de la coccidiosis, la capilariosis, la enfermedad respiratoria crónica (CRD), enteritis y otras (4, 13).

Estas afectan la pigmentación principalmente cuando surgen a mitad de la crianza de pollos, la pigmentación de éstos desciende en forma brusca en muy pocos días. Cualquier suplementación extra de sustancias pigmentantes en este período apenas tiene valor y en ocasiones los pollos se sacrifican sin haber tenido tiempo de recuperar su color primitivo (4).

2.7. Problemas en la pigmentación

Aparte de los factores extrínsecos a la alimentación - que tienen efectos depresores sobre la pigmentación (la genética y las enfermedades), existen también factores alimenticios que influyen en una baja pigmentación, como los siguientes:

a) En ciertos tipos de grasas o aceites de pescado, harina de carne y otras fuentes de proteína animal, si no son tratadas en forma adecuada y protegidos con antioxidantes antes de ser agregados en las dietas para aves, los lípidos parcialmente oxidados pueden causar una rápida pérdida de pigmentación en pollos de engorde, y más lentamente en la yema, por -

eso estas fuentes de energía deben protegerse contra esa oxidación parcial (4, 5).

b) Algunas sales minerales, como las de manganeso, zinc y cobalto, favorecen la destrucción de las xantófilas (4).

c) Todos los pigmentos naturales o sintéticos están sujetos a oxidación durante un período determinado de tiempo cuando son mezclados en las dietas avícolas. El único camino de estar seguro que esto no pase es protegiendo a los ingredientes con un antioxidante (5).

d) La cantidad de xantófila en los ingredientes de una ración fluctúa de acuerdo con la estación del año, la época de cosecha, el método de almacenamiento y la composición química (5).

e) Otro factor que tiene una influencia bien marcada en la pigmentación es el procesamiento, ya que si después de haber pigmentado bien a los pollos, éstos no son procesados en forma adecuada puede haber una pérdida en la pigmentación.

Cuadro 2. Efecto de la temperatura del agua usada durante el procesamiento en la pigmentación del pollo de engorde.

Temperatura agua °C	Xantófilas mcg/g	% de pérdida
37,7	520	-
49,0	450	14
54,0	372	18

Fuente: CUCA, 1982 (5).

2.8. Medición de la pigmentación

Son diversas las escalas cromáticas que se han diseñado para tener una base objetiva de pigmentación, algunas de ellas procedente de centros u organizaciones científicas y otras de entidades comerciales. Entre las primeras tenemos la del BNA, la NEPA o las ASHTON-FUTCHER o de HEINMAN-CARVER y entre las segundas a la de MONSANTO, la ROCHE, BASF; en general, cada una de ellas tiene una graduación diferente y arbitraria, comenzando el número más bajo con amarillo pálido y finalizando el más alto, con un amarillo naranja en el que a veces predomina más los tonos rojizos que los amarillentos. Una de las escalas colorimétricas más utilizada con bastante exactitud es la de ROCHE, cuya numeración va del 1 al 12 para yema de huevos, otra escala excelente por su práctico manejo es la MONSANTO aunque debido a su corta numeración del 1 al 6 suele utilizarse más la ROCHE (4).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

El presente trabajo se realizó en el área de Avicultura de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el kilómetro 36 carretera a La Libertad, Cantón Tecualuya, Jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz, a una elevación de 30 msnm, temperatura promedio mensual 26°C, humedad relativa promedio de 73%, latitud 13°28.3' N y longitud 89°05.8' W.

3.2. Duración

El ensayo tuvo una duración de seis semanas; las primeras dos semanas para el período pre-experimental y el resto correspondieron al período experimental.

3.3. Instalación y equipo

Los pollos fueron alojados en una galera tipo dos aguas con una longitud de 9,75 m x 6 m de ancho, con un área total de 58,5 m², dividido en 20 secciones con dimensiones de 1,5 x 1 m, con área de 1,5 m², cada una con capacidad de 15 pollos. En las primeras dos semanas, se utilizaron 5 secciones como

cuarto de cría una por cada tratamiento colocándole como fuente de calor un foco de 60 watts a cada uno, luego los pollos fueron colocados en su respectiva sección, 15 por cada repetición y en esta etapa se utilizó un foco por cada cinco secciones, siempre de 60 watt, como fuente de iluminación.

Para administrar el alimento en las primeras dos semanas se utilizaron bandejas de plástico con una dimensión de 0,30 x 0,50 m de largo, luego se utilizaron comederos de madera tipo canoa de 1,20 m de largo, 0,11 m de ancho y con un alto de 0,06 m, con capacidad de 2 kg hasta completar el período final; también se utilizaron bebederos plásticos de bote con capacidad de 1 galón durante todo el ensayo. Para el control de peso se utilizó una báscula tipo reloj con capacidad de 9.0 kg con precisión en onzas, y para determinar la pigmentación de la piel se utilizó el abanico colorimétrico de ROCHE que consta de 12 grados de coloración (numerados del 1 al 12).

3.4. Unidades experimentales

Para este estudio se utilizaron 300 pollos de la línea Arbor Acres de un día de nacidos sin sexar.

3.5. Metodología estadística

3.5.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar.

con 5 tratamientos con 60 pollos cada uno, identificados con T_0 , T_1 , T_2 , T_3 y T_4 ; y cuatro repeticiones por tratamiento de 15 pollos cada uno, identificados con R_1 , R_2 , R_3 y R_4 .

Se identificó cada tratamiento y sus respectivas repeticiones con rótulos de cartulina. El factor en estudio fueron diferentes niveles de flor amarilla: 0, 100, 150, 200 gr/qq de concentrado.

3.5.2. Tratamientos evaluados

Tratamiento T_0 = Testigo sin pigmento

Tratamiento T_1 = Harina de flor amarilla, 100 gr/45.45 kg. de concentrado.

Tratamiento T_2 = Harina de flor amarilla, 150 gr/45.45 kg. de concentrado.

Tratamiento T_3 = Harina de flor amarilla, 200 gr/45.45 kg. de concentrado.

Tratamiento T_4 = Pigmento sintético, 3.5 gr/45.45 kg. lucan_utín amarillo/qq de concentrado.

3.5.3. Modelo del análisis de varianza utilizado

<u>Fuente de variación</u>	<u>G.L.</u>	<u>(Grados de Libertad)</u>
Tratamiento	a-1	4
Error experimental	a(r-1)	15
TOTAL	(N-1)	19

total que se utilizó en etapa final (0, 100, 150, 200 gr de harina de flor amarilla/45.45 kg de concentrado, 3,5 gr de - Lucantín amarillo/45.45 kg de concentrado).

En el Cuadro 3 y 4 se puede observar la fórmula usada - en la elaboración del concentrado y el contenido aproximado de nutrientes.

Cuadro 3. Fórmula de concentrado utilizado para la alimentación de los pollos durante todo el período de ensayo.

MATERIA PRIMA	PORCIENTO (%)
Concha (Carbonato de calcio)	1,52
Fosfato dicálcico	1,72
Harina de soya 48%	36,35
Maicillo	52,89
Melaza	2,80
Sal común	0,28
Sebo industrial	3,99
Premezcla de vitamina para pollo de engorde	0,10
Acido Prop. 50%	0,10
Cloruro de Colina 60	0,08
Metionina líquida	0,11
Coccidiostato	0,05
	<hr/> 100,00

Fuente : Moore Comercial.

Cuadro 4. Contenido nutricional del alimento de pollo en-
gorde, utilizado en el ensayo.

MATERIA PRIMA	PORCIENTO (%)
Materia seca	88,96
Proteína	22,11
Grasa	5,92
Fibra	2,59
Calcio	0,98
Fósforo digestible	0,49

NUTRIENTE	PORCIENTO (%)
Ceniza	6,29
Proteína digestible	19,76
Energía metabolizable (Kcal/lb)	1367,41

Fuente: Moore Comercial, 1992.

3.7. Procesamiento de la harina de flor amarilla

Los pétalos de la flor fueron el material vegetativo uti-
lizado para la pigmentación de la piel de los pollos, y para
su preparación se procedió de la siguiente manera:

- 1- Recolección manual de las flores
- 2- Secado a la sombra durante 8 días
- 3- Elaboración de la harina con molino de cuchillas, con
un tamíz de diámetro de 1 mm.

- 4- Se le adicionó el antioxidante, Etóxiquín 137,5 mg/kg de harina, después de secado y molido.
- 5- Se empaquetó en bolsas de papel recubiertas con bolsas de polietileno de color negro, hasta el momento de su uso (2 a 5 meses).

3.8. Plan de manejo

3.8.1. Limpieza y desinfección de galera

Se inició con una limpieza de techo, paredes y piso, luego una desinfección con formalina al 10%, se continuó con el encalado del piso y paredes de la galera, luego se colocó una cama de granza de arroz, durante los primeros 7 días se les colocó bolsas de papel sobre la granza, luego se procedió a recubrir la malla de la galera con papel para evitar corrientes de aire.

3.8.2. Recibimiento de pollos

Al momento de recibirlos se revisó estado de salud, cantidad, y se realizó el primer pesaje control (peso promedio), luego se les proporcionó agua con vitaminas y electrolitos para disminuirles el estrés del transporte, 2 horas después de les colocó el concentrado especial preparado para este ensayo, a libre consumo, se colocaron 60 pollos

por tratamiento en cada cuarto de cría de 1,5 m² cada uno.

3.8.3. Vacunación

A los primeros 8 días de haber recibido los pollos se administró la vacuna contra New Castle Cepa B1, vía ocular, realizándose otra aplicación Cepa B1 la Sota a los 21 días de edad.

3.8.4. Control de peso

El pesaje se realizó cada 7 días, tomando el promedio de cada repetición. Dicha actividad se realizó entre 8:00 y 10:00 am.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Pigmentación de la piel y tarsos

Al medir en forma cualitativa la tonalidad de la piel y tarsos de los pollos, alcanzada a la sexta semana, se observó que a medida se incrementaron los niveles de harina de flor amarilla en los tratamientos, los grados de coloración aumentaron en forma ascendente, Cuadro A-13-14-15-16.

El comportamiento de los diferentes tratamientos fue el siguiente: el T₀, al cual no se le aplicó pigmento; presentó la coloración más baja, no alcanzó ni el menor grado de color presente en el abanico colorímetro de ROCHE, tanto en la piel como en los tarsos (Cuadro A-13).

El tratamiento T₁, alcanzó rangos de coloración entre -1 a 1 en cuanto a piel y de 1 a 2 grados en los tarsos (Cuadro A-14).

Las coloraciones alcanzadas por el T₂ en la piel y tarsos (Cuadro A-15), fueron entre 1 y 3, siendo el T₃ el que alcanzó la mejor coloración, cuyos grados oscilaron entre 2 a 5 grados, tanto en tarsos como en piel (Cuadro A-16), y a la vez fue el tratamiento que se comportó similar al T₄, que es al que se le aplicó pigmento sintético de uso común en los concentrados comerciales, cuyo rango de coloración varía entre 3 y 5 grados (Cuadro A-17).

Las figuras 2 y 3, muestran en forma respectiva la ten

dencia de pigmentación alcanzada en la piel y tarsos de los pollos en los diferentes tratamientos.

Puede observarse que siempre la coloración de los tarsos fue mayor a la de la piel (Fig. 2 y 3), como lo menciona Castello Llobet (1975), que la pigmentación en los tarsos suele ser de 1 a 2 grados superior que la pigmentación obtenida sobre la piel. Las lecturas de la pigmentación de piel y tarso, fueron tomadas de siete pollos por cada repetición haciendo un total de 28 pollos por tratamiento.

4.2. Ganancia de peso

Al analizar la ganancia de peso en los diferentes tratamientos (Cuadro A-5), se determinó estadísticamente que no hubo diferencia significativa entre ellos, (Cuadro A-6), por lo que se puede concluir que el nivel de harina de flor amarilla utilizada no interfirió en el crecimiento de los pollos.

El comportamiento de la ganancia de peso de los tratamientos se puede observar en la figura 4; siendo las medias de peso final: 1,59; 1,65; 1,67; 1,65 y 1,68 kg para los tratamientos T₀, T₁, T₂, T₃ y T₄ respectivamente.

4.3. Peso en canal

Los pesos en canal por tratamiento a la sexta semana

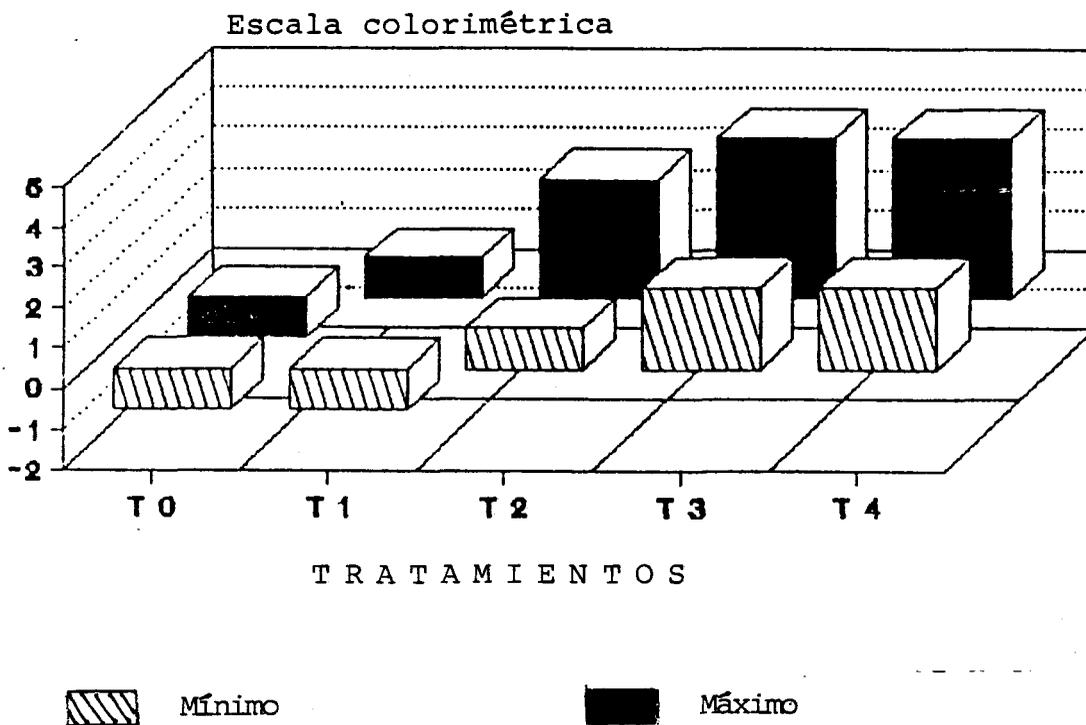


Fig. 2. Grados máximos y mínimos de pigmentación en la piel de pollos por tratamiento.

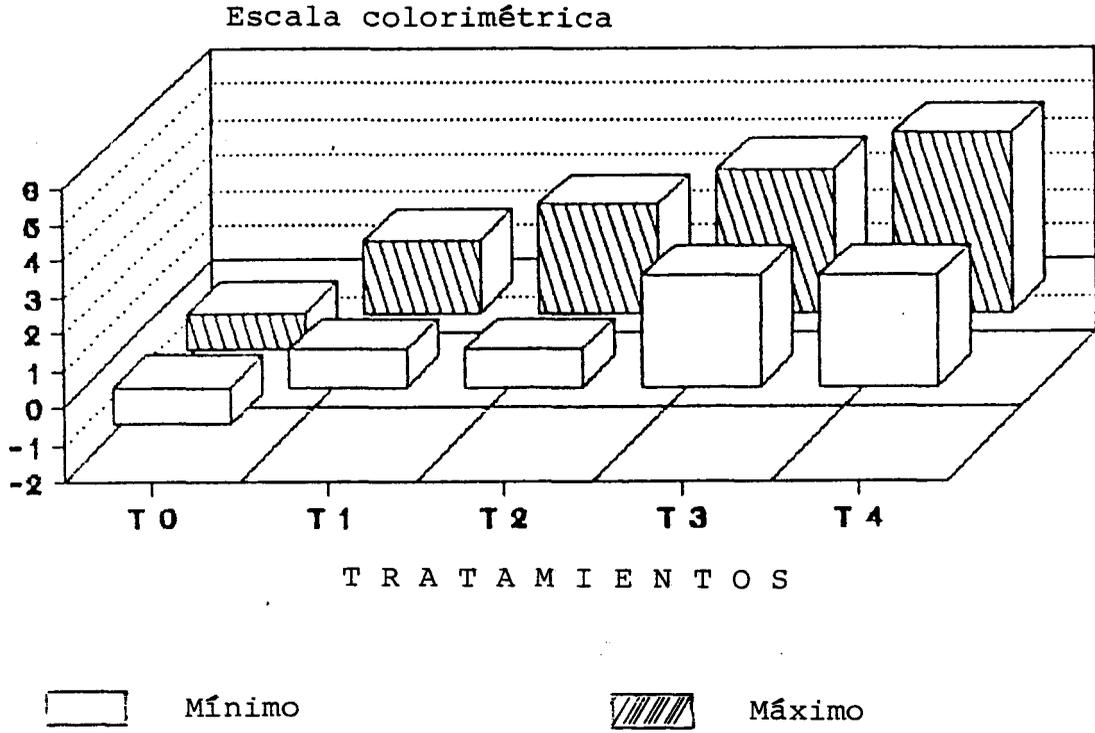


Fig. 3. Grados máximos y mínimos de pigmentación en los tarsos de pollos por tratamiento.

* se presentan en el Cuadro A-6, al realizar análisis de varianza (Cuadro A-7), éste mostró que no existe diferencia significativa entre tratamientos. Las medias de peso en canal fueron los siguientes: 1,36; 1,26; 1,17; 1,29 y 1,36 respectivamente para los tratamientos To, T₁, T₂, T₃ y T₄.

En la figura 4, se observa las ganancias de peso y rendimiento en canal de los diferentes tratamientos.

Los resultados obtenidos permiten inferir que los niveles de pigmento natural no afectaron la palatabilidad del alimento, y tampoco influyeron en el crecimiento, esto es similar con lo publicado por CUCA, 1982, el cual reporta que el uso de sustancias pigmentantes es consecuencia de la demanda del público y no de las necesidades nutritivas de las aves; también Castello Llobet (1975), y Fletcher (1985), mencionan que los pigmentos son bien absorbidos, pero no tienen ninguna función biológica en el animal, sino como son sustancias solubles en lípidos no tóxico, se depositan en la piel y tarsos de los pollos.

4.4. Consumo de alimento

En lo referente a consumo de alimento (Cuadro A-9), se determinó mediante análisis de varianza (Cuadro A-10), que no hubo diferencia significativa, esto se puede apreciar en la figura 5, donde se observa que el consumo de alimento para los diferentes tratamientos fue similar, obteniéndose los

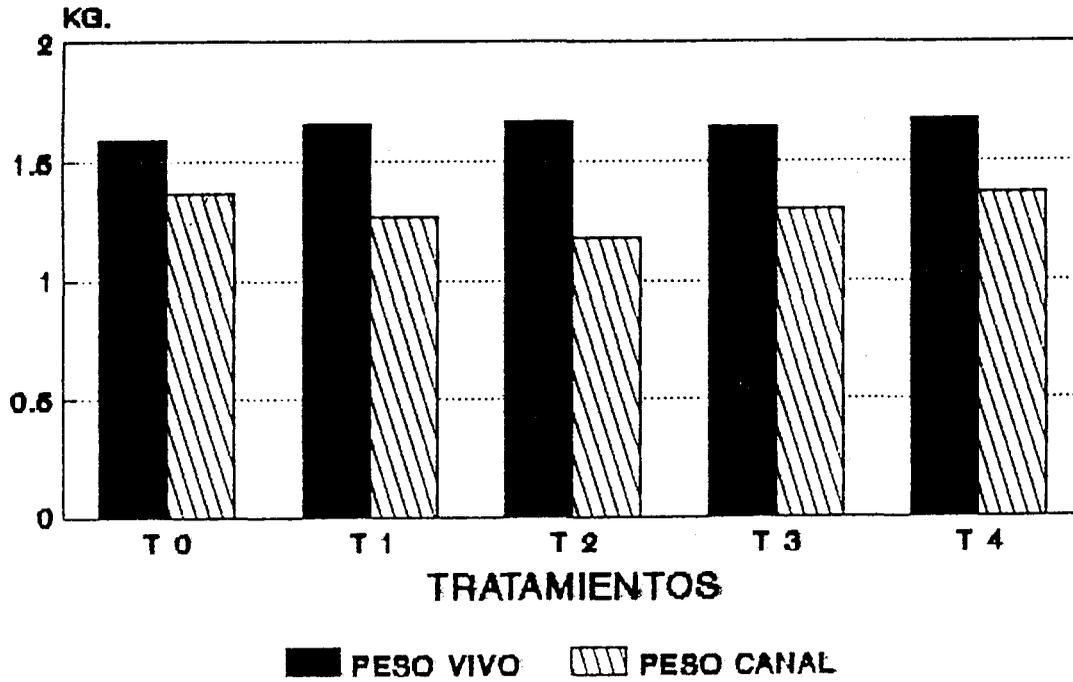


Fig. 4. Peso vivo y peso en canal promedio por tratamiento (kg) la sexta semana de edad.

siguientes valores promedios : 3,39; 3,39; 3,38; 3,37 y 3,39; en su orden respectivo.

4.5. Conversión alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia, obtenidos durante la fase experimental, se presentan en el Cuadro A-11, al hacer análisis estadístico (Cuadro A-12), no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Estos resultados son consecuencia lógica de los obtenidos en la ganancia de peso y el consumo de alimento donde no se encontraron diferencias significativas. Los valores medios de eficiencia de conversión para los tratamientos fueron de : 2,14; 2,06; 2,02; 2,05 y 2,02.

En la Figura 5 se observa el consumo promedio de concentrado y la eficiencia de conversión expresado en kg de alimento por kg de peso ganado.

4.6. Costos de producción

Al analizar el cuadro de costos de producción (A-17), se observa que los tratamientos a los cuales se les adicionó pigmento, resultaron con un costo mayor, con respecto al tratamiento sin pigmento.

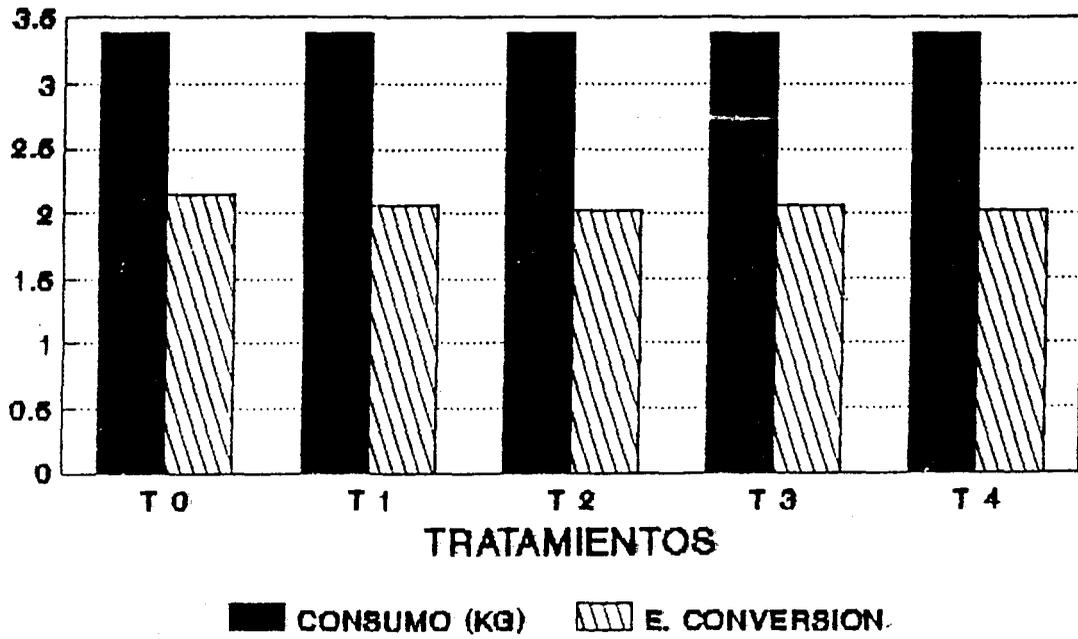


Fig. 5. Consumo de alimento y eficiencia de conversión. Promedio por tratamiento (kg) a la sexta semana de edad.

Los tratamientos que resultaron con mayor costo de producción, debieron este efecto a la adición de pigmento, -- considerando que en la Avicultura moderna es necesario agregar este aditivo debido a la exigencia del consumidor en - cuanto al color que presenta el ave en canal, siendo ésta - un factor muy importante para su comercialización.

5. CONCLUSIONES

- Los diferentes niveles de harina de flor amarilla utilizados en el concentrado no afectó el consumo voluntario, la conversión alimenticia, ni ganancia de peso.
- A medida aumentaba el nivel de flor amarilla en la dieta, aumentó la coloración de la piel y tarso de los pollos.
- De los niveles de flor amarilla el tratamiento que dió mejor grado de pigmentación fue el T₃ que contenía 200 gr/quintal de concentrado.
- La utilización de este pigmento natural no causó efecto tóxico en las aves.

6. RECOMENDACIONES

- Utilizar la harina de flor amarilla para pigmentación de la piel y tarsos de pollos parrilleros, usando niveles de 200 gr/qq de concentrado, ya que con éste se logra una pigmentación adecuada.
- Los pétalos de la flor deben ser separados en fresco, y secados a la sombra durante ocho días.
- En base a los resultados en este experimento al usar este pigmento se recomienda utilizar el 50% de la dosis en la tercera y cuarta semana de edad de las aves y el 100% de la quinta semana en adelante, no olvidando la adición de antioxidante, que evitan la desnaturalización del pigmento.
- Investigar otras formas de procesamiento de la harina de flor amarilla, de esto depende la calidad y el grado de pigmentación que alcancen las aves.
- Hacer investigaciones sobre otros recursos naturales -- para la pigmentación de piel y tarso, y poder reducir las importaciones de productos sintéticos.

7. BIBLIOGRAFIA

1. AVILA GONZALEZ, E. 1986. Alimentación de las aves. México, D.F. Editorial Trilla. P. 56-57.
2. CALDERON, S. 1941. Flora salvadoreña. 2 ed. San Salvador. Imprenta Nacional. P. 288.
3. CARRANZA MACHADO. 1984. Investigación sobre plaguicidas naturales (Piretrina) en la flora salvadoreña. El Salvador. Ed. UCA. P. 62-66.
4. CASTELLO LLOBET, J.A. 1975. Curso de avicultura; alimentación. Barcelona, España. Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. V. 1 y 2. Parte 3. P. 53-57, 143-154.
5. CUCA, M.; AVILA, E.; PRO, M.A. 1982. Alimentación de las aves. México. Colegio de Postgraduados. P. 20-26.
6. FLETCHER, D. 1935. Pigmentación: Consideraciones primordiales. Avicultura profesional (Col.) 2(4)p.134-135.
7. GARCIA, L.J.G. et. al. 1975. Malezas prevaletientes de América Central. International Plant Protection Center. USA. P. 39.
8. HARMS, R.H. 1989. Avances en la pigmentación de broilers. Industria Avícola (USA) 36(3): 16-18.
9. LAGOS, J.A. 1973. Compendio de botánica sistemática. El Salvador. Casa impresora Martínez. P. 245-250.
10. ROMAGOSA VILA. 1963. Avicultura. Barcelona, Madrid. - Salvat, S.A. P. 157.

11. SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.C. 1973. Alimentación de las aves. Trad. Alfonso Corral Andrade. Barcelona. GEA. P. 362-366.
12. TITUS, H.W. s.f. Alimentación científica de las gallinas. 2 ed. Trad. Isaias Zarazaga Burillo. Zaragoza, España. Editorial Acribia. P. 263-274.
13. WILLIAMS, V.A. 1989. La pigmentación de las aves. Avicultura Profesional. (Col.) 7(2): 60-62.

8. **A N E X O S**

Cuadro A-1. Valores totales y promedios de ganancia de peso por tratamiento y repetición (kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₀	1,79	1,59	1,50	1,59	6,37	1,5925
T ₁	1,48	1,66	1,64	1,83	6,61	1,6525
T ₂	1,69	1,69	1,67	1,63	6,68	1,6700
T ₃	1,52	1,58	1,73	1,77	6,60	1,6500
T ₄	1,75	1,81	1,61	1,56	6,73	1,6825

Cuadro A-2. Análisis de varianza de ganancia de peso (kg).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F. esperada	
					5%	1%
Tratamientos	4	0,0191	0,005	0,35 ^{n.s.}	3,06	4,89
Error	15	0,2056	0,014			
TOTALES	19	0,2247				

n.s. = No significativo

Cuadro A-3. Valores totales y promedios de peso en canal por tratamiento y repetición (Kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₀	1.43	1.38	1.30	1.33	5.44	1.3600
T ₁	1.33	1.23	1.31	1.20	5.07	1.2675
T ₂	1.17	1.15	1.19	1.20	4.71	1.1775
T ₃	1.14	1.14	1.46	1.45	5.19	1.2975
T ₄	1.36	1.41	1.33	1.36	5.46	1.3650
<i>Σ</i>	<i>6.43</i>	<i>6.31</i>	<i>6.59</i>	<i>6.54</i>	<i>25.27</i>	

Cuadro A-4. Análisis de varianza para peso en canal (kg).

Fuente de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F. esperada	
					5%	1%
Tratamientos	4	0.0947	0.024	2.83 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.1255	0.008			
T O T A L E S	19	0.2203				

ns : No significativo.

Cuadro A-5. Valores totales y promedios del consumo de alimentos por tratamiento y repetición (Kg).

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₀	3,43	3,39	3,37	3,37	13,56	3,3900
T ₁	3,44	3,37	3,38	3,37	13,56	3,3900
T ₂	3,38	3,39	3,38	3,38	13,53	3,3825
T ₃	3,37	3,37	3,37	3,39	13,50	3,3750
T ₄	3,39	3,38	3,43	3,38	13,58	3,3950

Cuadro A-6 , Análisis de varianza del consumo de alimento (kg).

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Calc.	F. esperada	
					5%	1%
Tratamientos	4	0.0010	0.000	0.47 ^{ns}	3.06	4,89
Error	15	0.0079	0.001			
TOTALES	19	0.0089				

ns : No significativo.

Cuadro A-7 , Valores totales y promedios de eficiencia de conversión - por tratamiento y repetición.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₀	1.92	2.13	2.25	2.26	8.56	2.1400
T ₁	2.33	2.03	2.06	1.84	8.26	2.0650
T ₂	2.00	2.01	2.02	2.07	8.10	2.0250
T ₃	2.22	2.14	1.95	1.92	8.23	2.0575
T ₄	1.44	1.87	2.13	2.17	8.11	2.0275

Cuadro A-8 . Análisis de varianza de eficiencia de conversión.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Calc.	F. esperada	
					5%	1%
Tratamientos	4	0.0347	0.009	0.40 ^{ns}	3.06	4.89
Error	15	0.3269	0.022			
T O T A L E S	19	0.3616				

ns : No significativo.

Cuadro A-9 . Pigmentación obtenida en tratamiento To, y - sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel.

Repetición	Pollo No.	Tarso	Piel
R ₁	1	-1	-1
	2	-1	-1
	3	-1	-1
	4	-1	-1
	5	-1	-1
	6	-1	-1
	7	-1	-1
R ₂	1	-1	-1
	2	-1	-1
	3	-1	-1
	4	-1	-1
	5	-1	-1
	6	-1	-1
	7	-1	-1
R ₃	1	-1	-1
	2	-1	-1
	3	-1	-1
	4	-1	-1
	5	-1	-1
	6	-1	-1
R ₄	1	-1	-1
	2	-1	-1
	3	-1	-1
	4	-1	-1
	5	-1	-1
	6	-1	-1
	7	-1	-1

Cuadro A-10. Pigmentación obtenida en tratamiento T₁ y sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarso y piel.

Repetición	Pollo No.	Tarso	Piel
R ₁	1	1	-1
	2	2	1
	3	2	-1
	4	2	1
	5	2	1
	6	1	-1
	7	1	-1
R ₂	1	2	1
	2	2	1
	3	1	-1
	4	2	1
	5	1	-1
	6	2	1
	7	2	1
R ₃	1	2	1
	2	1	-1
	3	1	-1
	4	2	1
	5	1	-1
	6	2	1
	7	2	1
R ₄	1	2	1
	2	1	-1
	3	1	-1
	4	2	1
	5	2	1
	6	1	-1
	7	2	1

Cuadro A-11. Pigmentación obtenida en el tratamiento T₂ y sus repeticiones según abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel.

Repeticición	Pollo No.	Tarso	Piel
R ₁	1	3	2
	2	1	1
	3	3	3
	4	3	3
	5	2	1
	6	2	2
	7	2	1
R ₂	1	2	2
	2	3	3
	3	2	2
	4	3	3
	5	3	2
	6	3	2
	7	2	1
R ₃	1	2	2
	2	3	3
	3	2	2
	4	2	2
	5	2	1
	6	3	2
	7	3	3
R ₄	1	3	3
	2	2	2
	3	3	2
	4	3	3
	5	3	3
	6	3	2
	7	1	1

Cuadro A-12. Pigmentación obtenida en el tratamiento T₃ y sus repeticiones según abanico colorimétrico ROCHE en tarsos y piel

Repetición	Pollo No.	Tarso	Piel
R ₁	1	4	3
	2	3	2
	3	5	4
	4	4	3
	5	5	4
	6	3	2
	7	4	3
R ₂	1	3	2
	2	4	3
	3	3	2
	4	3	2
	5	4	3
	6	4	3
	7	4	3
R ₃	1	4	3
	2	4	3
	3	4	3
	4	3	2
	5	3	2
	6	4	3
	7	4	3
R ₄	1	4	3
	2	3	2
	3	4	3
	4	4	3
	5	4	3
	6	4	3
	7	3	2

Cuadro A-13. Pigmentación obtenida en el tratamiento T₄ y sus repeticiones según el abanico colorimétrico de ROCHE en tarsos y piel.

Repetición	Pollo No.	Targo	Piel
R ₁	1	3	3
	2	3	2
	3	4	3
	4	4	3
	5	4	3
	6	3	3
	7	4	3
R ₂	1	5	4
	2	5	3
	3	3	3
	4	4	3
	5	5	3
	6	6	4
	7	5	4
R ₃	1	5	4
	2	4	3
	3	5	3
	4	2	2
	5	3	2
	6	3	2
	7	3	2
R ₄	1	4	3
	2	4	3
	3	5	4
	4	5	4
	5	3	2
	6	5	4
	7	4	3

Cuadro A-14. Costos de producción.

Concepto/pollo	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
- Precio de compra (¢)	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
- Costo de alimentación (¢)	6.50	6.50	6.52	6.50	6.52
- Costo de antibiótico (¢)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
- Costo de vacuna New Castle) (¢)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
- Vitaminas y electrolitos (¢)	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
- Granza (camada) (¢)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
- Desinfección de instala- ciones (¢)	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
- Energía eléctrica (¢)	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
- Mano de obra para manejo (¢)	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
- Bolsas de papel (¢)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
- Costo de agua (¢)	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
- Alineado (¢)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
- Bolsas plásticas (¢)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
- Costo de harina de Flor amarilla/kg*	-	0.058	0.087	0.116	-
- Costo de Lucantín amarillo (¢)	-	-	-	-	0.18
COSTO TOTAL (¢)	13.65	13.71	13.76	13.77	13.85

* Los costos de harina de flor amarilla por kg, incluye : Recolección y secado, molido y adición de antioxidante (¢ 11.007).