

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**EFFECTO DE LA UTILIZACION DE PIGMENTOS EN  
LA ALIMENTACION DE LAS AVES (POLLO DE EN-  
GORDA Y GALLINA DE POSTURA A BASE DE DIETAS  
BLANCAS).**

**T E S I S      P R O F E S I O N A L**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
P R E S E N T A:**

**JOSE BUENROSTRO PABLOS**

**Asesor: M.V.Z.M.Sc. René A. Ledesma F.**

**MEXICO, D.F.**

**1982**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

I N D I C E

RESUMEN

INTRODUCCION. . . . .

OBJETIVOS . . . . .

MATERIAL Y METODOS . . . . .

RESULTADOS . . . . .

ANALISIS DE RESULTADOS . . . . .

DISCUSION . . . . .

CONCLUSIONES . . . . .

BIBLIOGRAFIA . . . . .

## R E S U M E N

Se realizó un estudio en las instalaciones de la Granja -- Avícola Veracruz, localizada en el poblado de Zapotitlán, - D. F., con la finalidad de investigar el efecto de un pro-- ducto pigmentante de nuevo desarrollo (Xantofilas Naturales Saponificadas), sobre la pigmentación de la yema de huevo y de pollo de engorda, en comparación a pigmentantes artifi-- ciales utilizados en alimento comercial.

Se llevaron a cabo pruebas en donde se tomaron en cuenta +- los índices productivos, ya que se le atribuyen al producto efectos estimuladores del metabolismo.

Se utilizaron 800 aves de postura de 1er. ciclo y 800 de -- 2do ciclo, distribuidas en lotes de 400 aves; los lotes No. 1 y No. 3 consumieron dieta blanca que se considera alimen-- to sin fuente de pigmentos; los lotes No. 2 y No. 4 consu-- mieron alimento comercial.

Se seleccionaron dos lotes de 1000 pollos de 5 semanas de - edad; lote A (Dieta blanca) y lote B (Alimento Comercial), - comparando el color de la piel y patas con una tabla de co-- lores.

Los resultados en cuanto a producción de huevo y carne fue-- ron similares no encontrándose efecto estimulador del mata-- bolismo.

En lo que respecta a la pigmentación, fue satisfactoria en-- los lotes de pollo de engorda, no así en la yema del huevo-- de las aves de postura estudiadas.

## I N T R O D U C C I O N

La práctica de incorporar pigmentos ya sea de origen natural o de síntesis química , en las raciones para pollo de engorda o para producir huevo para plato, - es de suma importancia y trascendencia económica en la industria avícola.

En la actualidad gran parte del mercado exige pro--- ductos de ave y huevos de color amarillo intenso a - naranja, considerándose el colorido pálido como una calidad inferior. No hay duda que el color más in-- tenso presenta más atracción para el consumidor.

Las preferencias de los consumidores varían mucho de un país a otro.

PAIS	COLOR YEMA OPTIMO ACTUAL	GAMA ACEPTADA
Argentina	8	7 -12
Brasil	11	8 -15
Chile	11	10-12
Irlanda	9	7 -10
México	11	9 -12
Perú	9	7 -12
España	13	11-13
E.U.A.	9	7 -10
Venezuela	8	7 -11

(1) (BASF)

Las encuestas de los últimos años revelan una ten-- dencia definida de los consumidores hacia las yemas de mayor pigmentación.

Es un hecho que la preferencia por pigmentaciones más intensas en carne de pollo y huevo, tiene su origen -- en la idea subjetiva del ama de casa consumidora y -- que ha sido fomentada por la publicidad de las compañías productoras que señalan que un pollo bien pigmentado ó un huevo con una yema de buena coloración, provienen de animales sanos y que su valor nutritivo es más alto que de aquellos con baja coloración, por lo que se asume que pudieran estar enfermos o mal cuidados. Aunque es bien sabido que la coloración nada -- tiene que ver con el valor nutritivo del producto. (1) (2) (4) (26)

De lo anterior se desprende una serie de especulaciones que los comerciantes esgriman para castigar el -- precio al productor de pollo o huevo. A la hora de -- comprar todo el pollo está blanco. A la hora de vender por arte de magia adquiere el amarillo más intenso. La apreciación del índice de pigmentación sin embargo, es absolutamente arbitraria e incide en la -- aceptación o rechazo, según sea el estado de la oferta y la demanda.

Independientemente que pueda ser tema de discusión o no, el hecho es que, desde el punto de vista comercial, es más fácilmente aceptado y mejor pagado, el -- producto avícola que ofrece buenas características de coloración que el que no lo tiene.

Este hecho es de suma importancia para el avicultor -- que está consciente de que para vender su producto es necesario que sea atractivo a la vista del consumidor y se ha visto obligado a incorporar en forma rutinaria pigmentos en la dieta de sus animales. (Se consi-

dera que la inclusión de pigmento representa el 15% del costo de producción por tonelada de alimento).

Esta Preferencia del consumidor y el costo que ocasionamos lleva a considerar la conveniencia de seleccionar fuentes de pigmento mas económicos y atóxicos, que no aumenten demasiado los costos de producción.

El avicultor sabe que desde el punto de vista nutritivo o alimenticio, el pigmento no representa ningún beneficio para sus aves y que al mismo tiempo encarece considerablemente el alimento, aunque el no hacerlo pudiera beneficiarlo en abaratar su costo de producción, pero más lo perjudicaría, puesto que el color de la grasa de su pollo de engorda o de la yema de huevo que obtiene, no es el que el mercado exige viéndose afectada su venta, lo que resultaría más perjudicial para su negocio.

La práctica de añadir pigmentos a la dieta no es nueva, pues desde hace mucho tiempo esto se lograba en forma natural cuando los animales consumían raciones a base de maíz amarillo, alfalfa o inclusive pasto como era y es el caso de los gallineros de tipo familiar, todos ellos, alimentos que contienen pigmento como las xantofilas o carotenoides en forma natural, y que confieren cierta coloración.

#### NATURALEZA DE LOS PIGMENTOS.

Estos productos los encontramos ampliamente distribuidos en la naturaleza tanto en el reino animal como en el vegetal, en productos como la alfalfa, naranja, tomate, chile, zanahoria, flor de zempazuchitl; aves como el flamenco o el ibis, crustáceos como el camarón o la langosta, peces como el salmón o en otros animales como

la estrella de mar o el erizo. (2) (3) (4) (7) (13) (23) (55)

Dichos pigmentos pertenecen a la familia de los carotenoides en particular a los oxi-carotenoides, que comunemente se les conoce como xantofilas.

Estas xantofilas para ser utilizadas como pigmento deben reunir ciertas características como son: que sean fácilmente absorbibles, no metabolizables a vitamina A y de rápido depósito en el tejido graso del animal, pero la más importante de todas es que sean estables. (16) (23) (24)

Las xantofilas presentes en la flor de zempazuchitl, la alfalfa y el maíz amarillo reúnen fácilmente las tres primeras pero no así la última (estable) ya que esta -- condicionada a características de los métodos de obtención y sobre todo tiempo y condiciones de almacenamiento. (2) (16) (23) (51)

Para lograr la última característica es necesario procesarlas para lograr una estabilización de las mismas así como una uniformidad en el contenido de Xantofilas del producto terminado.

Por lo que hay que ofrecerlas más concentradas y además saponificadas, con el fin de hacerlos completamente asimilables. Como consecuencia de ser un producto natural, tiene la necesidad de una estandarización para que su empleo sea siempre constante en las formulas alimenticias.

En relación con el proceso digestivo de los carotenoides tenemos que, pueden estar combinados en estructuras



químicas anatómicas que impiden toda posibilidad de --- transformación, cosa muy frecuente que limita notable-- mente la utilización como pigmentadores, en este caso,-- son simplemente eliminados por las heces.

Los tejidos neutros de la flor de zempazuchitl, contie-- nen solo trozos de carotenoides y triglicéridos y gran-- cantidad de esteres de xantofilas, quedando demostrado-- que excepto trozos de ácido oleico, hay una ausencia to-- tal de ácidos grasos insaturados en estos esteres, y es-- tos enlaces de esteres son tan resistentes que el orga-- nismo animal no puede saponificarlos totalmente, razón - por la cual se deben extraer esas Xantofilas y además, saponificarlas para que haya una completa asimilación.

En México este tipo de procesamiento se ha venido reali-- zando desde la década de los 50s por compañías de capi-- tal extranjero a través de una tecnología que ha permiti-- do tener en el mercado productos pigmentantes de buena-- calidad. Sin embargo el precio que se tiene que pagar,-- es así mismo elevado lo que va en perjuicio del avicul-- tor que repercute en última instancia en la economía de la familia mexicana.

Hace algunos años los fabricantes de alimentos balancea-- dos utilizaban la harina de flor de zempazuchitl bajo - un proceso secreto de formulación. Sin embargo, con la-- aparición de los saponificados y la asesoría de las em-- presas deshidratadoras, el tabú se derrumbó.

En la actualidad existe una corriente técnica y comer-- cial a desarrollar nuevos métodos de procesamiento y es-- tabilización de las fuentes de pigmentos para lograr un colorante natural de calidad y a un precio razonable, -

que no incida significativamente en los costos de producción del huevo y/o del pollo, con el consecuente beneficio para el avicultor pero principalmente para el público consumidor en general.

## O B J E T I V O S

La finalidad del presente trabajo es:

A) Investigar el efecto de un producto pigmentante de nuevo desarrollo comercial (Xantofilas Naturales Saponificadas), sobre la coloración de la yema de huevo de gallina de primero y segundo ciclo de postura y de pollo de engorda en la etapa de finalización (5-9 semanas) en comparación a pigmentantes artificiales en condiciones de explotación comercial (observar si se mejora la pigmentación del huevo y del pollo, con relación a las aves que reciben alimento comercial)

B) Evaluar los parámetros productivos, ya que se le atribuyen al producto efecto estimulante sobre el metabolismo, por lo que se tomaron en cuenta, en el caso de pollo de engorda, en condiciones prácticas, ganancia de peso, el consumo de alimento y conversión alimenticia. En la gallina de postura, considerando el ciclo de producción (1er. y 2do.), el número de huevos producidos, peso del huevo, consumo de alimento y conversión alimenticia.

## M A T E R I A L Y M E T O D O S

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Avícola Veracruz, localizada en el poblado de Zapotitlán, D. F., dependiente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

Para este experimento se utilizaron dos tipos de alimento:

Uno de tipo comercial y otro elaborado en la propia granja.

Composición de las Raciones:

La ración base sin pigmento se elaboró en la planta de alimentos propia de la explotación. Se utilizó sorgo como fuente energética; la harina de pescado, pasta de soya y harinolina como fuente proteicas. Como fuente de -- calcio y fósforo se utilizó la roca fosfórica y el carbnado de calcio, además se suplementó con DL. metionina y una premezcla de vitaminas y minerales, que llenan los - requerimientos reportados por el NRC (1977).

Análisis del Alimento:

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la F.M.V.Z. De cada uno de los alimentos utilizados, se tomaba una muestra para ser analizada por el método proximal o de Veende que recomienda el AOAC (1975) Los valores de energía en Kcal/Kg. fueron logrados por medio del empleo de la bomba colorimétrica. La digestibilidad de la materia seca y de la protefna se midió por el método de oxido de cromo III ( $Cr_2 O_3$ ).

La composición bromatológica de la formulación del ali--

mento procesado en la propia granja, indica que reúne -- las normas de calidad comparables con el alimento comercial.

Se emplearon dos tipos de aves:

A) Gallina de postura de primero y segundo ciclo (400 -- por lote), las cuales fueron alimentadas con una ración-base sin pigmento, a la cual se le añadieron 10 Kgs. de pigmento (Xantofilas Naturales Saponificadas) por tonelada de alimento, durante los 30 días que duró el trabajo-experimental. Los lotes testigos recibieron alimento comercial.

#### Experimento I

Gallina de postura Primer Ciclo.

Edad: 24 Semanas.

Raza: Leghorn.

Se tomaron para la prueba dos secciones que se denominarán en adelante sección No. 1 y Sección No. 2.

En la sección No. 1 se colocaron 400 aves en jaula que recibieron el alimento con pigmento en experimentación.

En la sección No. 2 se colocaron 400 aves en jaula que fueron testigos recibiendo alimento comercial.

#### Experimento II

Gallina de Postura de Segundo Ciclo.

Edad: 82 semanas.

Raza: Leghorn

Se tomaron para la prueba dos secciones que se denominarán en adelante sección No. 3 y Sección No. 4.

En la sección No. 3 se colocaron 400 aves en jaula que --

recibieron el alimento a base de dieta blanca (ración base sin pigmentos) con 10 Kg. de pigmento.

En la sección No. 4 se colocaron 400 aves en jaula, que fueron testigos recibiendo alimento comercial.

#### Recolección de Datos:

1.- Se llevaron registros gráficos del % de postura, peso huevo (g) así como también del grado de pigmentación de la yema del huevo. La medición de esta variable se hizo de una manera subjetiva, ya que se comparó visualmente con la escala colorimétrica de Roche.

2.- Se llevó un registro diario de mortalidad y consumo de alimento.

3.- Recolección de huevo diariamente a la misma hora (Selección de 15 unidades al azar por caseta y marcado de las mismas), siguiendo el mismo sistema en las casetas de experimentación y testigos.

B) Pollo de engorda, en la etapa de finalización (5-9 semanas de edad) los cuales se distribuyeron en dos lotes (1000 pollos por lote): Lote A fueron alimentados con -- una ración base sin pigmentos a la cual se le añadieron 10Kg. de pigmento (Xantofilas Naturales Saponificadas) -- por tonelada; Lote B recibió alimento comercial. La prueba tuvo una duración de 5 semanas.

#### Experimento III

Pollo de engorda Etapa de Finalización

Edad: 5 semanas.

Origen del Pollo: Cobb.

Concentración por M<sup>2</sup>.: 10 Pollos.

Sistema de Crianza: A piso con cama de paja.

Para la realización de esta prueba se utilizaron 2000 pollos de la misma procedencia, de igual edad y cuyo arribo al criadero se produjo el mismo día.

Se tomaron para la prueba dos lotes que se denominarán en adelante lote A y lote B.

En la caseta No. 1 (lote A) se colocaron 1000 pollos que recibieron alimento (dieta blanca) con 10Kg. de pigmento y 20% proteína..

En la caseta No. 2 (lote B) se colocaron los 1000 pollos que serian testigos, que recibieron alimento comercial con 20% proteína.

#### Recolección de Datos:

- 1.- Se llevó un registro diario de mortalidad y consumo de alimento.
- 2.- Recibieron agua y alimento ad-libitum. Revisando a diario bebederos (Registrando humedad de la cama) para control de coccidiosis.
- 3.- Fueron pesados semanalmente 20 pollos por lote (10 machos y 10 hembras) con el fin de observar las variaciones ocurridas en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.
- 4.- La pigmentación del tejido adiposo, patas y picos, se comparó visualmente con la escala colorimétrica para piel de pollos.
- 5.- El manejo, vacunación y tratamientos especiales durante el desarrollo del presente trabajo fue igual

## R E S U L T A D O S

Experimento I

Consumo de alimento por Ave:-

La lectura se hizo al final del experimento y representa la diferencia entre el alimento suministrado y el alimento consumido.

## Sección No. 1.

Alimento servido en los 30 días.	1270.000 Kgs.
Alimento en comedores(prueba final.)	— 36.800 Kgs.
Alimento consumido	<u>= 1233.200 Kgs.</u>

$$1233.200 \text{ Kg.} \div 30 \text{ días} = 41110 \text{ g diarios}$$

$$41110 \text{ gr.} \div 400 \text{ aves} = \underline{102.7 \text{ g x ave.}}$$

## Sección No. 2.

Alimento servido (30 días)	1280.000 Kgs.
Alimento comedores.	36.000 Kgs.
Alimento consumido	<u>1244.000 Kgs.</u>

$$1244.000 \text{ Kgs.} \div 30 \text{ días} = 41467 \text{ g diarios}$$

$$41467 \text{ g} \div 400 \text{ aves} = \underline{103.6 \text{ g x ave.}}$$
Cuadro No. 1.

Tabla demostrativa de los resultados totales obtenidos en los 30 días de experimentación, en la gallina de Postura de Primer Ciclo.

Variable.	Sección 1.	Sección 2.
% Mortalidad	5.0	3.5
% Postura	56.7	63.5
% Huevo roto	2.5	2.2
Peso Huevo (g)	52.8	51.9
Color Yema (Roche)	8.07	10.9



## Cuadro No. 2.

## Producción y Peso del Huevo (Gallina Postura ler. Ciclo).

	Sección 1	Sección 2.
Producción de Huevos (unidades)	6628	7456
Producción Huevos/gallina/día.	0.56	0.63
Peso Huevo (promedio 30 días) (gr.)	49.56	49.18
Alimento x Ave (gr.)	102.7	103.6
Pienso/grs. de Huevo.	3.7/1	2/1

Experimento II.

Consumo de alimento por ave:

## Sección No. 3.

Alimento servido (30 días).	1360.000 Kg.
Alimento comedores-	— 24.000 Kg.
Alimento consumido	<u>1336.000 Kg.</u>

1336.000 Kg. ÷ 30 días ÷ 400 aves = 111.3 g x ave

## Sección No. 4.

Alimento Servido (30 días)	1336.000 Kg.
Alimento comedores.	— 21.200 Kg.
Alimento consumido	<u>1338.800 Kg.</u>

1338.800 Kg. ÷ 30 días ÷ 400 aves = 111.5 g x ave

Cuadro No. 3.

Resultados totales obtenidos en los 30 días de experimentación  
(Gallina de Postura de 2do. Ciclo).

Variable	Sección 3.	Sección 4.
% Mortalidad	3.50	4.25
% Postura	70.47	70.14
% Huevo roto	4.93	4.89
Peso Huevo (g)	64.3	64.5
Color Yema (Roche)	7.70	7.37

Cuadro No. 4.

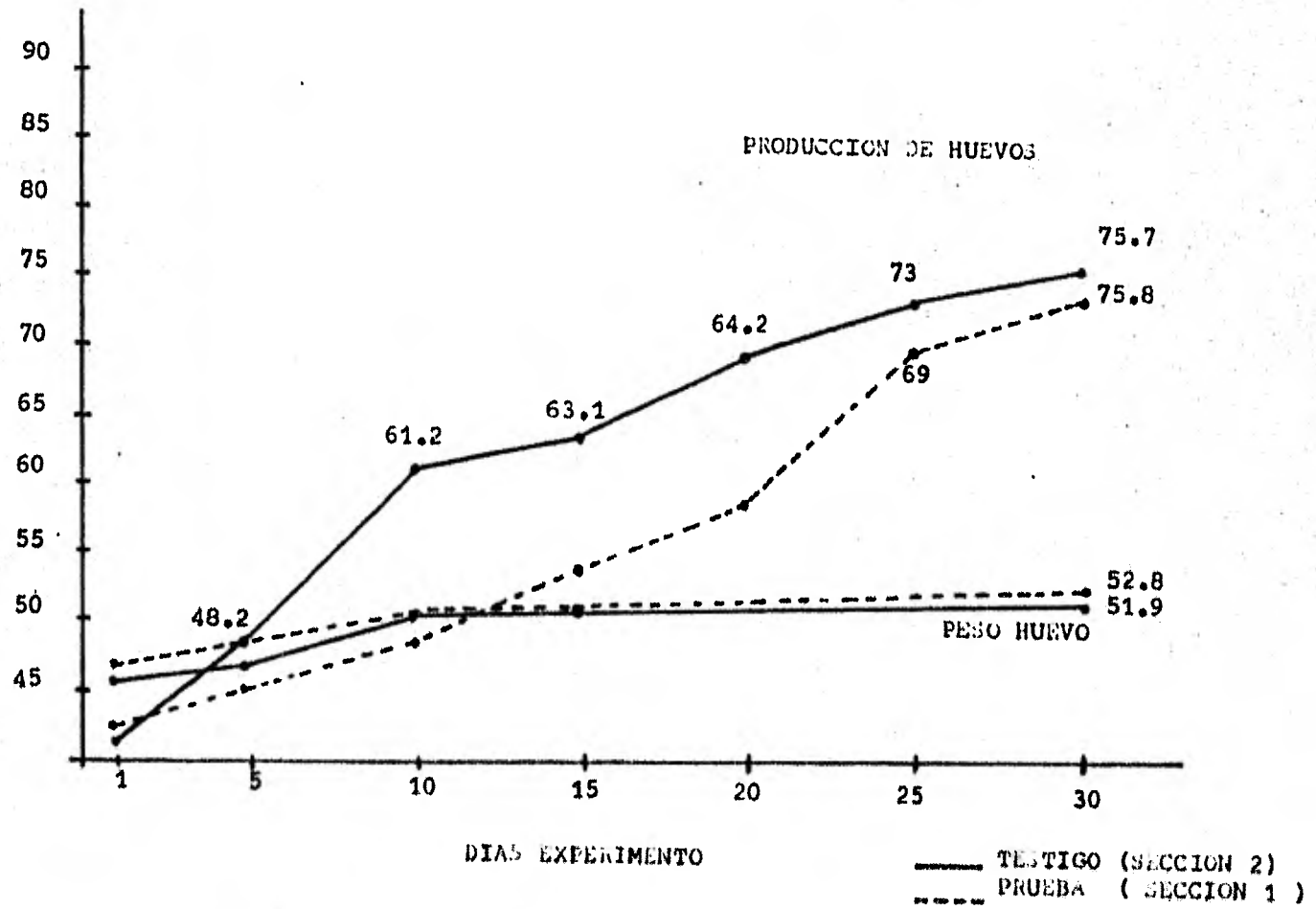
Producción y Peso del Huevo. (Gallina de Postura de 2do. Ciclo).

	Sección 3.	Sección 4.
Producción Huevos (unidades)	8294	8220
Producción Huevo/gallina/día.	0.70	0.70
Peso Huevo (Promedio 30 días) (g)	63.30	63.40
Alimento x Ave (g)	111.3	111.5
Pienso/grs. de Huevo.	2.5:1	2.5:1

GRAFICA No. 1

REGISTRO GRAFICO DEL % DE PRODUCCION Y PESO DE HUEVO

EXPERIMENTO I

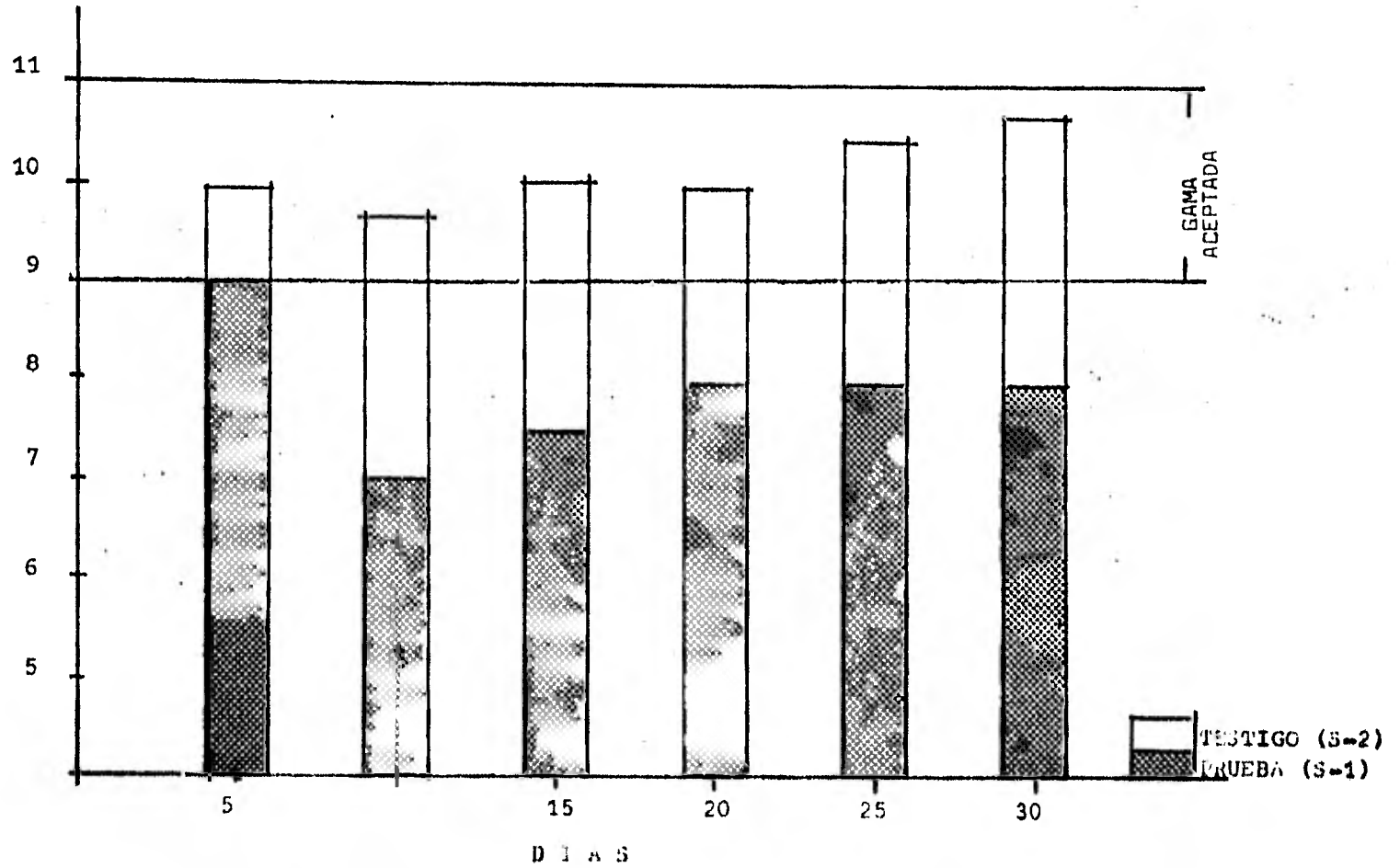


EXPERIMENTO I

GRAFICA No. 2

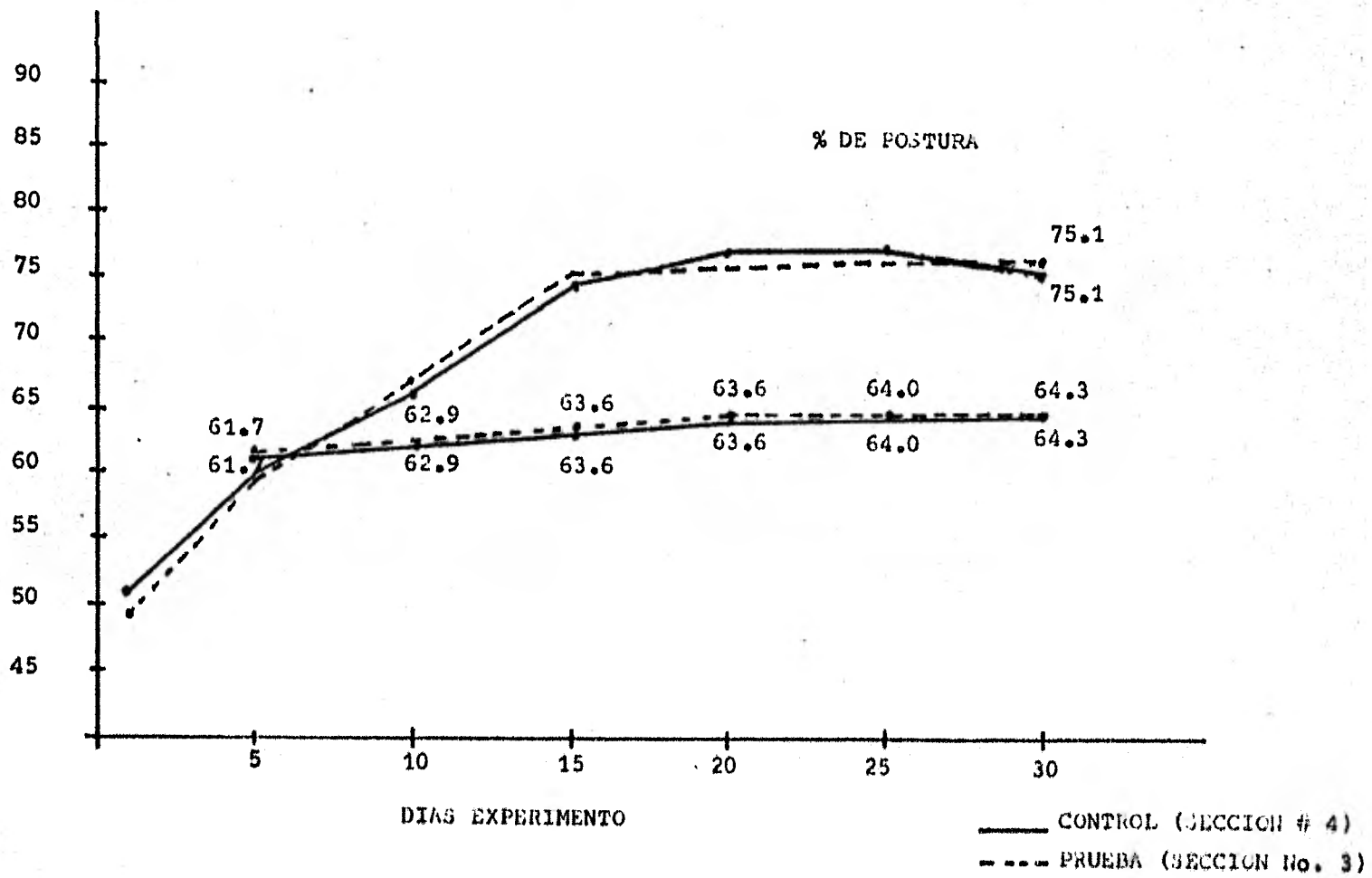
GRADO PIGMENTACION YEMA DEL HUEVO

ESCALA COLORIMETRICA ( ROCHE )



N O T A : SE TOMARON 15 UNIDADES (HUEVO) DIARIAS, EL COLOR DE LA YEMA SE COMPARO CON LA ESCALA COLORIMETRICA DE ROCHE (1-15), SE TOMABA LA COLORACION MAS ALTA Y LA MAS BAJA, SACANDO UNA MEDIA

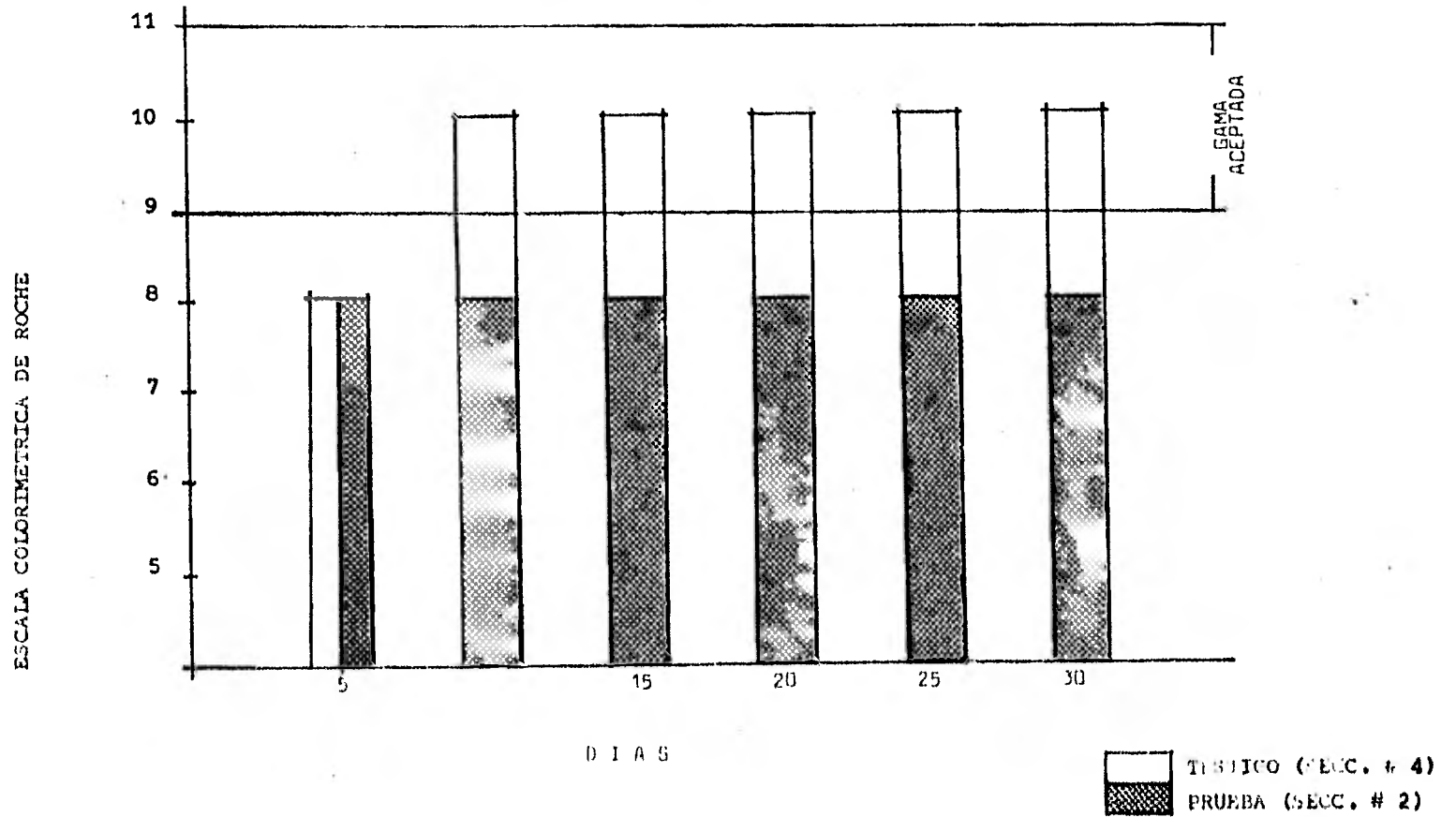
GRAFICA No. 3  
EXPERIMENTO II



REGISTRO GRAFICO DEL % DE PRODUCCION Y  
PESO DEL HUEVO

EXPERIMENTO II

GRADO PIGMENTACION YLMA DEL HUEVO



GRAFICA No. 4

## E X P E R I M E N T O III.

Cuadro No. 5

Resultados Obtenidos (Etapa Finalización) Pollo de Engorda.

Lote Prueba (A) Lote Testigo (B)

P A R A M E T R O	S E M A N A									
	5		6		7		8		9	
	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B	Lote A	Lote B
No. de Pollos	1000	1000	994	998	990	996	988	995	984	992
No. de Muertos	6	2	4	2	2	1	4	3	2	5
Consumo Semanal Kg.	520	440	600	600	840	880	920	920	720	720
Consumo Semanal X Ave g	520	440	600	601	850	884	934	927	733	729
Diferencia	80g		5g		-34g		7g		4g	
Consumo semanal acumulado	1400	1320	2006	1921	2856	2805	3790	3732	4523	4461
Peso inicial g	463	484	640	693	859	922	1255	1328	1598	1639
Peso promedio x ave g	640	693	859	922	1255	1328	1598	1639	1780	1798
Ganancia x ave g	177	209	219	229	396	406	343	311	182	159
Diferencia	-32g		-10g		-10g		32g		23g	
Conversión semanal	2.1	1.8	2.3	2.0	2.2	2.2	2.3	2.2	2.5	2.4
Diferencia	0.3		0.3		0		0.1		0.1	

## Experimento III.

Cuadro No. 6. Resultados totales obtenidos en el tiempo de experimentación, en pollo de engorda.

Lote Prueba (A) Testigo (B).

Parámetro.	Lote A	Lote B	Diferencia
Pollos recibidos	1000	1000	0
Pollos terminados	982	987	-5
% bajas	1.8	1.3	+0.5
Alimento consumido (Kgs)	3600	3560	+40
Ganancia x Ave (g)	1317	1314	+ 3
Kilos Carne	1747.960	1774.626	-26.66
Conversión alimenticia	2.06	2.01	+0.05

Métodos para medir la pigmentación.- La pigmentación en pollos se mide experimentalmente; 1).- Comparando el color de la piel y patas con una tabla de colores; 2).- Determinando los niveles de xantofilas en el suero y, 3).- Extrayendo la xantofila de una muestra de la piel ó del tejido interdigital y midiendo la con un colorímetro.

El método usado en el presente trabajo experimental fue el primero arriba señalado. Para uniformar criterios se seleccionó la lámina cuyo color se acercará más al del cordón de las plumas de la pechuga.

Entre los 7 y 8 de la escala colorimétrica se considera coloración suprema en la piel. Pico y patas llega a alcanzar entre 10 y 12; Esto se debe a que el color de las patas y pico es el que desaparece al último, en caso de pérdida de pigmentación (enfermedades, etc) y no debe usarse como referencia para determinar un estado de carencia de pigmento.



Cuadro No. 7. Promedio de la Coloración en pollo de engorda.  
(Escala Colorimétrica)

Grupo	Semana	Lote A	Lote B	Diferencia
1 Piel	6	3.5	2	1.5
Patás		6	6	0
2 Piel	7	5.5	5.5	0
Patás		7	7	0
3 Piel	8	7	6	1
Patás		8	9	-1
4 Piel	9	8.5	8.5	0
Patás		10	10	0
5 Piel	9	7.5	8	-0.5
Patás		11	11	0
<b>Total.</b>		<b>74</b>	<b>73</b>	<b>+1</b>

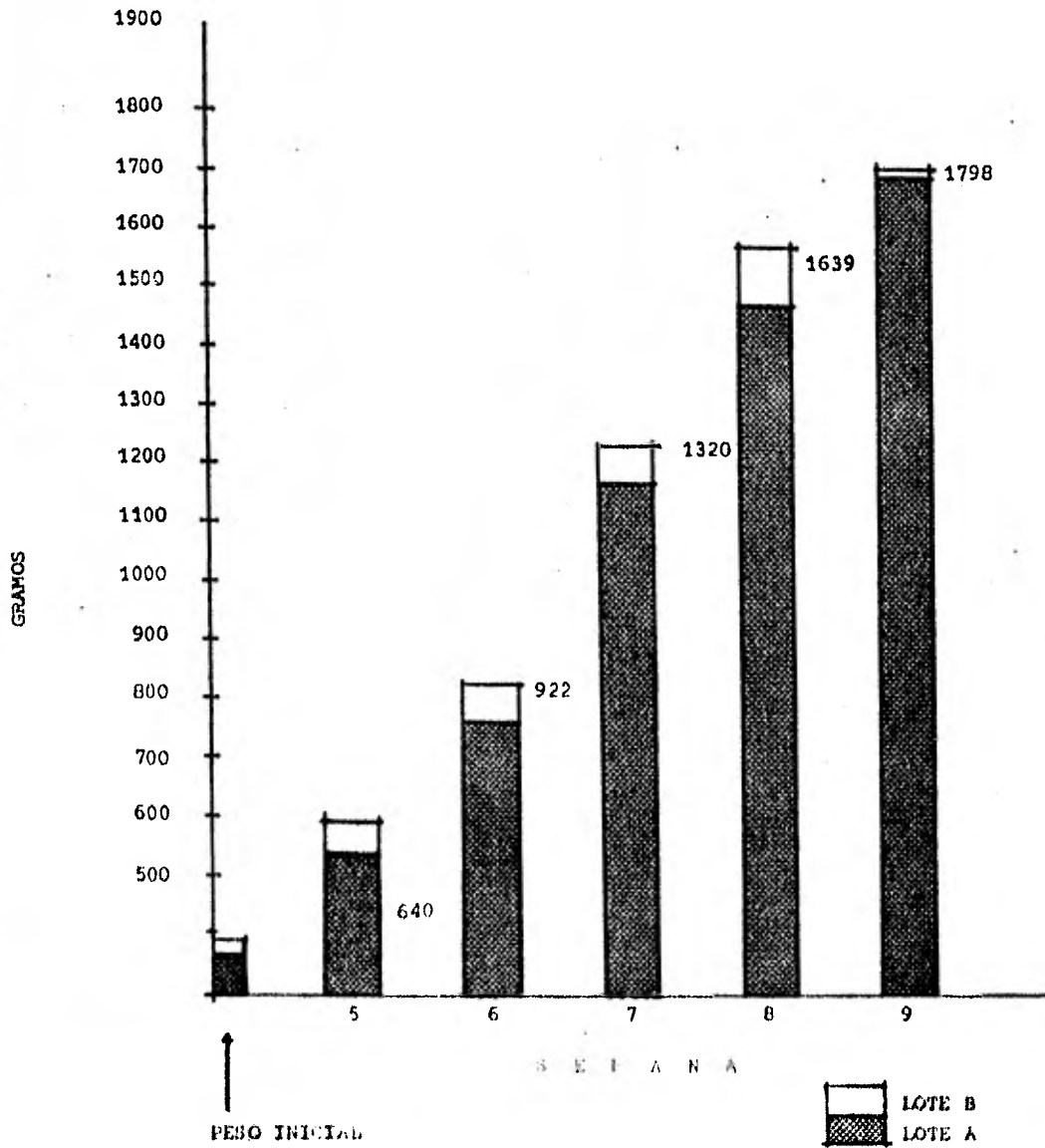
NOTA: Cada grupo constó de 20 pollos (10 hembras y 10 Machos). Se formaron 5 grupos por lote. La pigmentación del tejido adiposo, patas y picos, se comparó visualmente con la escala colorimétrica para piel de pollos.

El grupo No. 5 fue revizado en el rastro, se utilizó un procedimiento distinto a la de los otros grupos, ya que varias personas calificaron la pigmentación de los pollos muertos de acuerdo a su criterio visual.

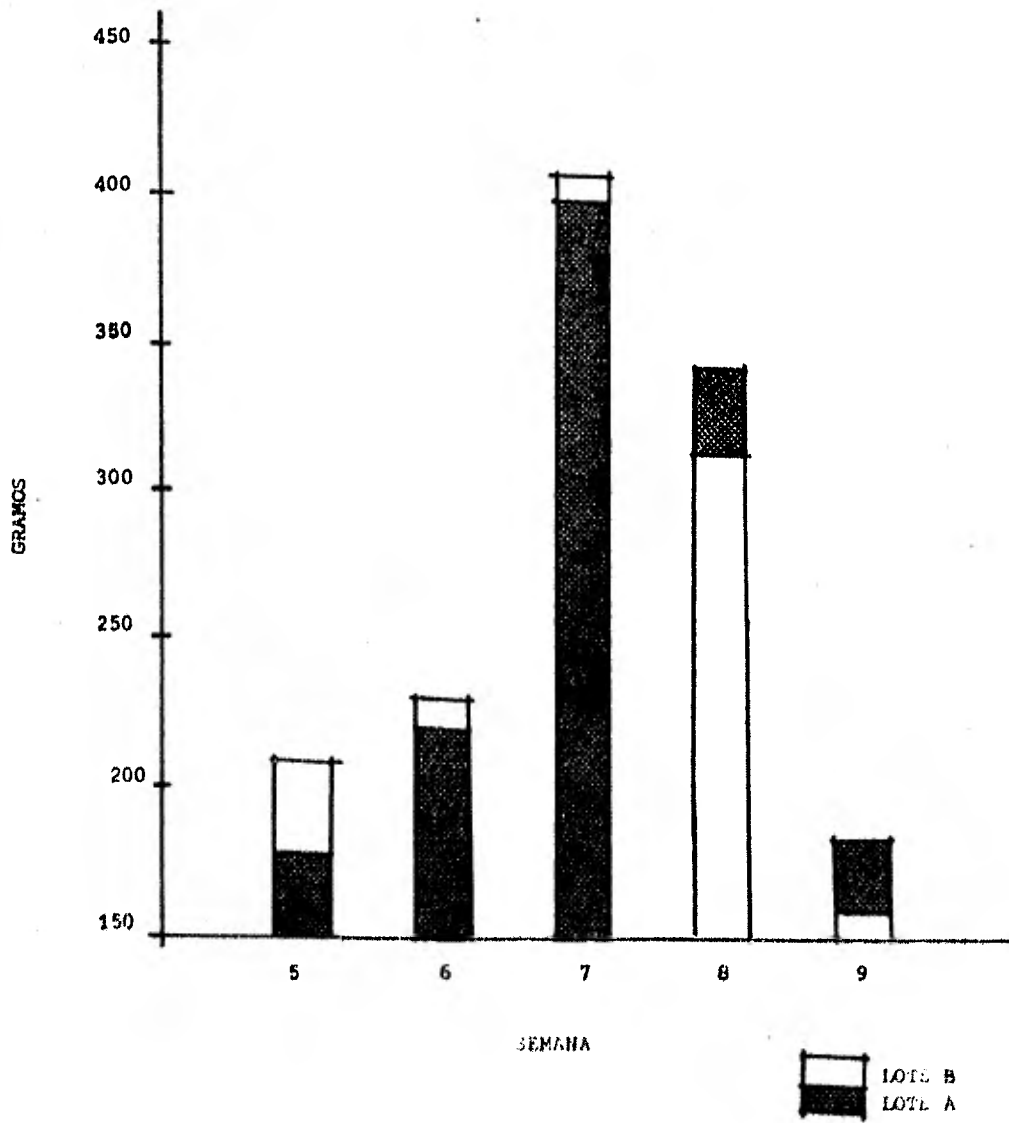
Antes de la prueba cada pollo muerto fue marcado con el número, designando su grupo experimental. Los pollos fueron acomodados en hileras, sin hacer caso del grupo experimental a que pertenecían para que fueran calificados al azar. (Rank - Test)

EXPERIMENTO III

GRAFICA No. 5 PESO PROMEDIO POR POLLO

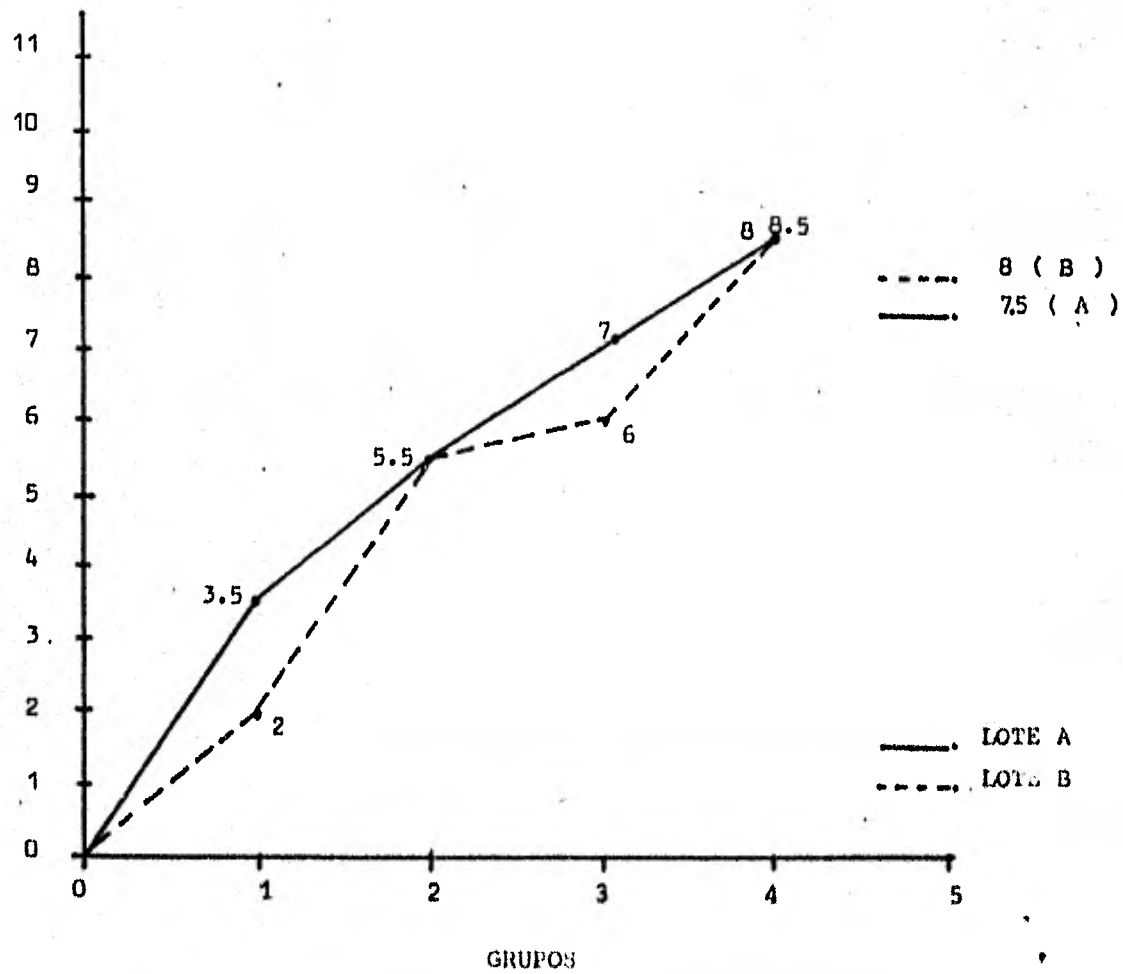


GRAFICA No. 6  
RESULTADOS DE GANANCIA DIARIA DE PESO / POLLO  
DE LOS POLLOS LOTES PRUEBA ( A ) TESTIGO ( B )



GRAFICA No. 7  
PIGMENTACION ( PIEL ) EN POLLOS

CLASIFICACION VISUAL DE PIGMENTACION EN PIEL  
( COMPARADOR ROCHE 1-15 )

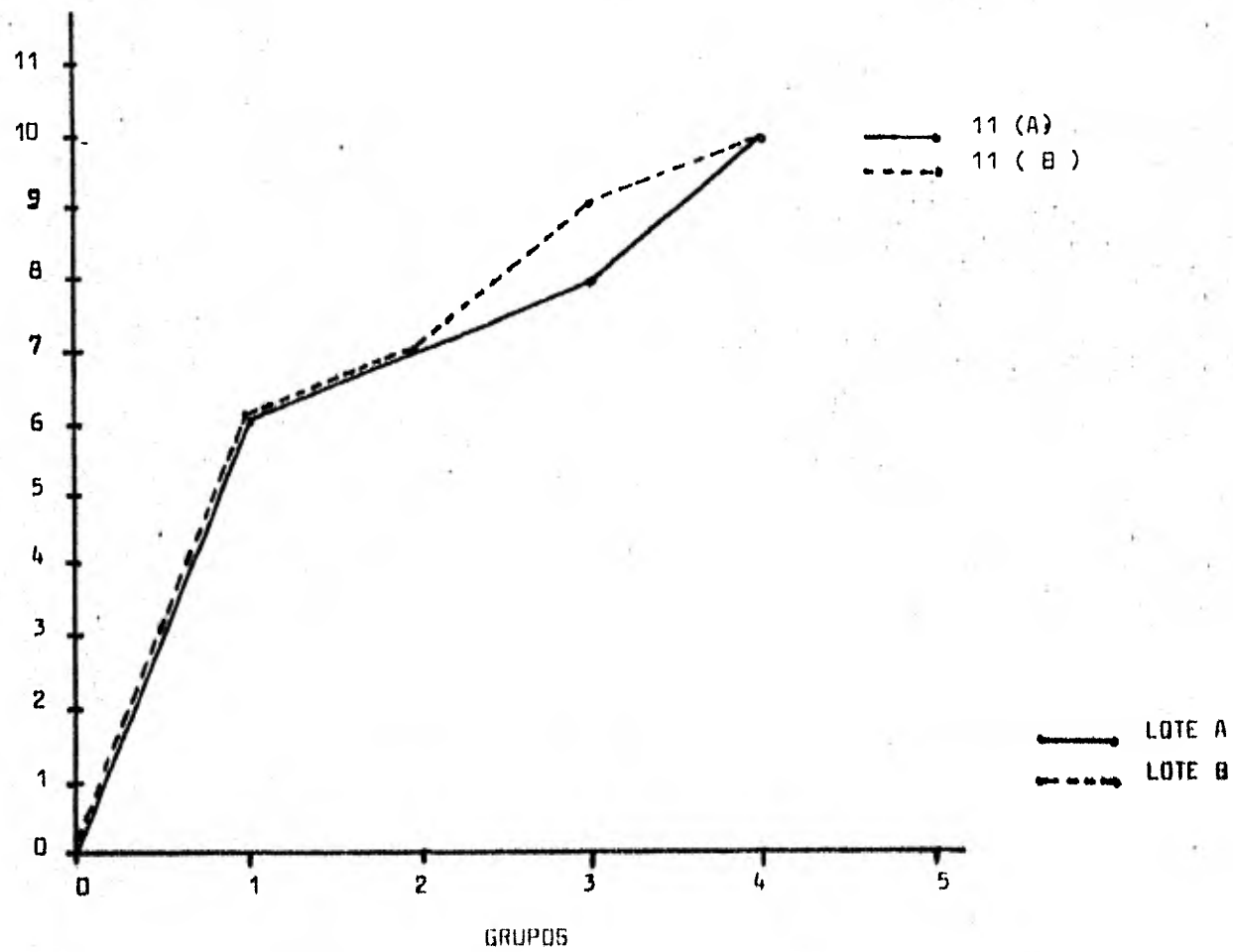


NOTA : LA PIGMENTACION DEL GRUPO 5 FUE TOMADA EN EL BASTRO

GRAFICA NO. 8

PIGMENTACION ( PATAS ) EN POLLOS

CLASIFICACION VISUAL DE PIGMENTACION EN PATAS  
( COMPARADOR ROCHE 1-15 )



NOTA : LA PIGMENTACION DEL GRUPO 5 FUE TOMADA EN EL RASTRO

## ANALISIS DE RESULTADOS

## Gallina de Postura:

Los resultados promedio obtenidos del periodo experimental se muestran en los cuadros 1, 2, 3, y 4. Se aprecia que el porcentaje de postura, peso del huevo, consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron similares entre las diferentes secciones. La única variable que muestra una diferencia con respecto a las secciones testigo es la referente a la pigmentación de la yema del huevo. (10 Vs 8).

Puede observarse (Cuadro No. 1 y No. 2) que el consumo de alimento de la dieta con alimento comercial permitía que las aves de primer ciclo satisficieran mejor sus necesidades nutricionales.

La gráfica No. 1 muestra la evaluación en los 30 días de experimentación con respecto al peso del huevo y producción de los mismo (Experimento I). En las primeras semanas se presentó una marcada diferencia en la producción de huevo en la Sección # 1 (Prueba) comparada con la sección testigo, (61.2% Vs 48%) esto probablemente se debió a problemas lumínicos ó al cambio de alimento (dieta blanca), al final del experimento la diferencia fue menor (63.5% Vs 55.7% respectivamente). Los aumentos del peso promedio del huevo fueron ligeramente superiores en la sección # 1.

El cuadro No. 3 y No. 4 muestra los resultados totales obtenidos en los 30 días de experimentación con la gallina de segundo ciclo (Experimento II) y está directamente relacionado con la discusión del cuadro No. 1 y 2, sin embargo, aunque lleva las mismas tendencias los resultados observados son casi iguales en ambos tratamientos con ligera ventaja sobre las aves en la sección # 3, los resultados podrían deberse a la mayor adaptabilidad de estas aves a los cambios de alimento debido a su edad.

Observando la gráfica No. 2 y 4 nos damos cuenta que la Sección No. 1 y 3 (Prueba) obtuvo una coloración de la yema del huevo menor que el testigo, esta coloración no mejoró con el paso de los días, como era de esperarse, lo que provocó que no se lograra alcanzar la pigmentación comercial deseada (8.07 Vs 10.9 y 7.7 Vs 9.37 respectivamente). Los resultados de estas observaciones indican que la ración que contenía 10 Kg de pigmento/ton. (dieta blanca) impartió una coloración de menor intensidad en comparación con la lograda en el grupo testigo.

La gráfica No. 3 muestra las ganancias del peso del huevo (g) y el % de postura durante la etapa de experimentación de la gallina de segundo ciclo, donde podemos observar que hay poca variación entre las dos secciones.

La diferencia que encontramos entre las secciones de prueba y las testigo es mínima notándose que no hubo evidencias de que este producto influyera como estimulador del metabolismo de las aves, como se había esperado según los reclamos de la compañía.

#### Pollo de engorda:

Los resultados de las evaluaciones se resumen en los cuadros No. 5 y 6, los resultados muestran que son a favor de los pollos que recibieron dieta blanca con 10 Kg de pigmento/ton. (Lote A). El consumo de alimento por ave no varió con respecto al testigo.

La gráfica No. 5 muestra los aumentos de peso promedio por pollo en ambos lotes; como se puede apreciar, que aunque el peso inicial del lote B fue ligeramente mayor (463 Vs 484), la diferencia de peso a la novena semana es mínima (1780 Vs 1798), por una mayor ganancia por pollo en el lote A (Gráfica No. 6).

En la referencia a la pigmentación se observó una mejora

ta lineal (cuadro No. 7) en la pigmentación de la piel - - - (Gráfica No. 7) y patas de las aves (gráfica No. 8) alcanzando la pigmentación comercial deseada (7 a 8 escala colorimétrica).

Al igual que en el caso del huevo la presencia de un efecto estimulante del metabolismo por parte del producto, no fue detectado, ya que el peso de las aves, su consumo de alimento y la conversión alimenticia no mostró diferencia alguna respecto a las mismas variables en el lote testigo, aunque la evaluación general favorece al lote A (prueba).



## D I S C U S I O N

## Gallina de Postura

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en este experimento, podemos notar que es muy bajo el nivel de coloración que se logra en la yema de huevo. BASF (1) menciona que el rango ó gama aceptada en México como coloración óptima de yema de huevo es de 9 a 12 (escala colorimétrica) y las secciones en prueba solo dieron una coloración de 8 (Gráfica No. 2 y 4), no alcanzando la coloración comercial deseada.

Estos resultados eran de esperarse, ya que el producto empleado en la sección No. 1 y 3 (Prueba) esta compuesto de pigmentos naturales como la flor de Zempazuchitl y chile molido, cuyo valor de coloración es ampliamente reconocido, según datos expresados por Brambila (15), Coon (23), Cuca y Avila (24) y más recientemente por Mendoza (51), y en donde se señala que la concentración de xantofilas (g/Kg. de Producto) depende del tipo de flor, características de métodos de extracción y de preparación, y particularmente del tiempo de almacenamiento y de las condiciones que aquí prevalezcan.

Pueden considerarse varios inconvenientes en el uso de los pigmentos artificiales entre los que destacan, por su naturaleza química como sería el caso de los sudanes, los cuales son perjudiciales para la salud, y desde el aspecto económico que resultan más caros, mientras que los naturales son inertes y de menor precio. Por lo que la utilización de una fuente natural de pigmento, puede ser un factor importante en el costo de la producción de huevo.

El producto químico (promotor del metabolismo) adicionado a este pigmento en experimentación, puede estar afectando la coloración de la yema; ya que Conn (23), señala que los carotenos son aprovechados más eficientemente cuando no van acompañados de otros elementos ó compuestos químicos ó sea cuando se encuentran en forma libre. Esto podría en parte explicar-

el hecho de que a partir del sexto día de experimentación se comenzó a observar una disminución en la pigmentación de la yema del huevo.

Varios factores pueden estar influyendo en el alto porcentaje de huevo roto, uno de estos podrían ser las altas temperaturas registradas en el mes de Julio. Heath (34) dice que ha medida que asciende la temperatura se reduce la ingestión de alimento y también la calidad del cascarón del huevo. En tales casos, es necesario elevar el contenido de calcio en el alimento y aumentar también la cantidad de carotenoides para asegurarse que siga igual el color de la yema, ya que el alto contenido de calcio en las dietas para aves en postura, ejerce una gran influencia sobre la eficiencia pigmentadora de los carotenoides (1). Este problema se presenta más frecuentemente en las gallinas de segundo ciclo (pelecha), ya que necesitan mayores aportaciones de calcio, por lo que el contenido de calcio en la dieta, no deberá ser más alto que lo absolutamente necesario.

Al proceder a comparar los resultados obtenidos en este trabajo con algunos resultados publicados por varios autores nos hacen pensar en mejores posibilidades de éxito.

En un ensayo efectuado por Grandi y Venanzi (33) en gallinas ponedoras, encontraron una buena pigmentación de la yema de huevo, adicionando 0.125% de pimientos rojos en dietas con 55% de maíz amarillo. Este hecho concuerda con lo señalado por Waldroup y Col (2) quienes reportan una buena pigmentación de las aves que consumían maíz amarillo.

Dichos autores sugieren además la adición de alfalfa seca a la ración, ya que ésta aumenta la pigmentación con cualquier clase de grano.

Otras fuentes de pigmentos que podrían ser utilizadas en el futuro sería la alga espirulina que en estudios recientes ha demostrado su eficacia como pigmentante de la yema-

de huevo (55) (60). Además de que contribuiría a aportar nitrógeno proteico por su alto contenido de este nutriente -- (65% P.C.).

Se podría mejorar la eficiencia de este pigmento, adicionando grasas a la ración, aunque hay algunos estudios hechos -- por Mac Kay (45) quien encontró que las grasas no tienen -- efecto sobre la pigmentación. En años recientes se ha com-- probado lo contrario (1), ya que el aceite de soya y la manteca aumentan la cantidad de carotenoides depositados en el huevo (en forma lineal hasta un 5% de inclusión; y despro-- porcionalmente a niveles más altos).

La diferencia de los resultados reportados, puede atribuirse a la conservación de las materias primas, ya que el enranciamiento de los ácidos grasos poli-insaturados que contienen algunas materias primas, arrastra a los carotenoides en su destrucción. Los antioxidantes protegen a las grasas-comestibles y a las xantofilas, desde el punto de vista de retrasar el enranciamiento, ya que ambas son liposolubles.

En resumen podemos afirmar que el desarrollo comercial de -- un nuevo producto necesita tener un margen muy amplio con -- respecto a otros productos ya existentes en el mercado. Lo -- único en lo que podrá tal vez competir este producto con -- los existentes sería en su bajo costo, pero esto a fin de -- cuentas no reditua, ya que al llegar el huevo al mercado, -- será castigado obteniendo bajos precios de venta.

Pollo de engorda.

La pigmentación lograda en el pollo de engorda en la etapa de finalización puede considerarse como satisfactoria (cuadro No. 7). El pigmento experimentado (flor y chile) resultó ser un buen producto para la pigmentación de pollos, dando la coloración adecuada para obtener buenos precios en el mercado.

Estos resultados concuerdan con los reportes de Brambila (15) en donde demostraron que los pétalos de la flor de muerto (conteniendo 12.5 mg/g de xantofilas expresado en B-Carotenos) constituyen una fuente adecuada de pigmentos para pollos, cuando se adicionan a la dieta en proporción de 0.25%. Pero otros estudios realizados por Ewing (2), en donde indica que el chile (pigmentos rojos) son poco efectivos para pigmentar pollos. Pero no hay reportes en la literatura que indiquen que el chile acompañado de otra fuente natural de pigmento sea menor efectivo.

En vista de que no existe información en la literatura sobre el estudio de la flor y chile, utilizado en forma combinada en dietas blancas para pollo de engorda, la apreciación que podemos tener de los resultados, viene a ser de tipo práctico básicamente, así podemos decir que hay una ligera ventaja hacia el pigmento experimentado (flor y chile) comparado con el pigmento del alimento comercial.

Se han hecho numerosas investigaciones sobre la asimilación de carotenoides naturales y su eficiencia como pigmentador de yemas y pollo de engorda. Esto a dado como resultado una mejor utilización de las fuentes de pigmentos naturales, permitiendo una mejor valoración de su potencial pigmentador.

Esta tecnología ha incidido también en beneficio de los usuarios de Xantofilas.

En 1977 se consideraba que la inclusión del pigmento representava el 15% del costo de producción por tonelada de alimento. Actualmente ese porcentaje se ha reducido al 8% en favor del avicultor.

El presente trabajo se realizó durante el año de 1978, posteriormente y hasta la fecha, se han estado utilizando

do en varias granjas, productos comerciales (pigsafil, redón, etc.) que contienen flor de Zempazuchitl y chile molido, como fuente de amarillo y rojo respectivamente, con variaciones en su concentración según la marca. Estos productos han mostrado poca estabilidad y capacidad de pigmentación (37), ya que su concentración de xantofilas varía según el producto y el método de preparación a que es sometido.

Como se enunció al principio de este trabajo, el objetivo primordial era comprobar el efecto del producto de nuevo desarrollo (Xantofilas naturales saponificadas), sobre la pigmentación de la yema de huevo y de pollo de engorda, por lo que el énfasis del presente trabajo fue la pigmentación. -- Los resultados obtenidos en lo referente a variables productivas indican que entre los alimentos usados (comercial y particular) no hay diferencias que hagan pensar sobre un efecto estimulador del metabolismo, propiedad que se le aducía a este producto.

## C O N C L U S I O N E S

- 1.- Los estudios experimentales descritos en este trabajo así como los resultados obtenidos en condiciones prácticas en México demostraron que el porcentaje de -- 10Kg. de pigmento/ton. de alimento (producto de nuevo desarrollo comercial) no es efectivo, adicionado a -- dietas blancas para gallina de postura, en compara--- ción a pigmentantes artificiales utilizados en alimento comercial.
- 2.- Los resultados obtenidos han demostrado que es posi-- ble optimizar la coloración de la piel de las aves y-- contribuir a reducir los costo de producción siempre-- y cuando cumplan con los requisitos de mercadeo y co-- mercialización.
- 3.- El uso de pigmentos nacionales en la alimentación de-- las aves puede permitir un ahorro significativo al -- país al disminuir la importación de pigmentos.
- 4.- No se encontró en este producto ningún efecto estimu-- lador del metabolismo, ya que no hubo evidencias de -- que dicho producto influyera aumentando el rendimien-- to de las variables investigadas.
- 5.- La posibilidad de que la Industria Avícola pueda en-- contrar nuevos productos pigmentantes para reducir -- sus costos de producción, está abierta a la investigación.

## B I B L I O G R A F I A

- 1.- Anónimo. El toque de Midas. Rev. Industria Avícola. Vol. 27, No. 3. Marzo 1980.
- 2.- Anónimo. Pigmentación en pollos, Avic. Org. No. 37: 7-R (1975).
- 3.- Anónimo. Pigmentación en Pollos y Huevo. Avic. Org. No. 30:20-26 (1974).
- 4.- Anónimo. Las Xantofilas en los Alimentos para Aves. Progreso en Nutrición. Suplemento de Daw's. No. 267:1034-1037 (1973).
- 5.- Avila, E. y M. Cuca. Cría de Pollo para carne. Boletín No. 7. I.N.I.P., México. 1971.
- 6.- Bartov, I. and Bornstein, S. The effect of origen -- and storage conditions of yellow come on -- the utilization of it's xantophyll. Poul-- trey Sci. 46:796-805. (1967).
- 7.- Bartov, I. and Bornstein, S. Carotenoids in Poultry - production. Animal Nutrition Events. ---- (Roche) 9. 1974.
- 8.- Berning, K. Carotenoids in poultry production. Ani- mal Nutrion Events (Roche) 7-8. 1974.
- 9.- Bezares, A, S. Gallinaza como fuente de Factor no --- Identificados y como fuente de Protefna en la Alimentación de las Aves. Tesis Profe-- sional. (MVZ) UNAM 1974.
- 10.- Bhattacharya, A. N.; Taylor, J.C. Recycling Animal - Waste as a Feedstuff: A Review Journal of Animal Sci. 41:1438. (1975).

- 11.- Bhattacharya, A. N. Studies on the Nutritional Value of Poultry litter in Ruminants and Poultry - thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg. Va. U.S.A.- 1964.
- 12.- Bied, F. H. The problem of pigmentation in boilers. Cooperative Poultryman 17:8-934-35 (Dec) -- 1952.
- 13.- Blessin, C. W. Carotenoids of corn and sorghum. I. - Analytical procedure. Cereal Chem. 39:236-242. (1962).
- 14.- Bornstein, S. and B. Lipstein. Comparisons of sorghum (milo) and maize as the principal cereal -- grain source in poultry rations. Brit. Poultry Sci. 12:1-3 (1971).
- 15.- Brambila, S., J. A. Pina, and C. Mendoza. Studies -- with a natural source of xanthophylls for -- the pigmentation of egg yolks and skin of -- Poultry. Poultry Sci. 42:294-300. (1963).
- 16.- Braunlich, K. Carotenoids in poultry production. Animal Nutrition Events (Roche) 7-8 1974.
- 17.- Caswell, L. E., J. P. Fontenot, K. E. Webb. Ensiled - High Moisture Grain and Broiler litter. --- Journal of Animal Sci. 39:138 (Abste) 1974.
- 18.- Collins, W. M. Carotenoids in poultry production. Animal Nutrition Events (Roche) 39. 1955.
- 19.- Couch, J. R., A. A. Camp, R. M. Farr and C. R. Cregar. Pigmentation of egg yolks and Broilers, Proceedings of the Texas Nutrition Conference. 3-5 pp, 124-128. (1962).



- 20.- Couch, J. R., A. A. Camp and F. M. Farr. the supplementary effect of adding canthaxanthin to a diet containing natural sources of pig--menting compounds on the pigmentation of - broilers. Brit. Poult. Sci. 12:205-211 --- 1971.
- 21.- Couch, J. R. and F. M. Farr. Evaluation of beta-apo-8'- corotenal as an egg yolk pigmenter. -- Brit. Poult. Sci. 12:87-93 (1971).
- 22.- Couch, J. R. Recycling DPW for Greater Return. Egg - Industry. 8p. February 1974.
- 23.- Coon, C. N. Pigmentation studies of taghete erecta - on laying hens. Poultry Sci. 50-1566, (1971).
- 24.- Cuca, C. M. y E. Avila. La Alimentación de las Aves de Corral. Colegio de Postgraduados, Chapin go e I.N.I.P. México. 1976.
- 25.- Cuca, C. M. y E. Avila: Importancia de la Pigmenta--ción. Avirama No. 1:21-22 (1978).
- 26.- Cuca, C. M. : Preferencia del consumidor y costo de - pigmentación. Actas y Abstractos. XV Con--greso y Exposición Mundial de Avicultura. - Pág. 251-253. New Orleans, Louisiana. --- Agosto 11-16, 1974.
- 27.- Day, E. J. and W. P. Williams Jr. Study of certain - factor influence pigmentation in broilers. Poultry Sci. 37:1373-1381. (1958).
- 28.- De Jongh Sanchez. Efecto del Ester Etilico del Acido Beta-apo-8- carotenico en la Pigmenta--ción de la Yema del Huevo. Tesis Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de -- Monterrey, México. 1966.

- 30.- Feed Bag Red Book, Feed ingredients section. Other alfalfa products. Xanthophylls. p. 17. - Milwaukee: Editorial Service Co., 1967.
- 31.- Fletcher, D. L.; Harms, F. H.; Janky, D. M.: A model system for predicting egg yolk color using beta-apo 8' carotenal and canthaxanthin. Poultry Science, 56 (5) 1714. - Univ. Florida, Gainesville, FL. 32611, - U.S.A. (1977).
- 32.- Fritz, J. C. and F. E. Wharton. The influence of feed on feed on broiler pigmentation. - Poultry Sci. 36:1118. (1957).
- 33.- Grandi, A.; Venanzi, G.; Cagiotti, M. R.: Red pepper for pigmenting egg yolks. Avicoltura 47 (1) 37-42 (1978).
- 34.- Heath, J. L. Carotenoids in Poultry Production. - Animal Nutrition Events. (Roche) 19-28. 1974.
- 35.- Heffner, J., E. P. Roy, B. H. Davis and W. B. Hilton. Consumer preference for broiler pigmentation in New Orleans. La. A.E.S., -- Bul. 586, p.11 (1964).
- 36.- Heiman, V. Factores Affectin Pigmentation. Feed--stuffs 38 (16):34-35, 38-40, 51 (Apr.23) 1966.
- 37.- Hernandez G. G.: Valoración Productiva y Economica de dos Alimentos (Comercial y Particular) para Gallinas de Postura de 2do. Ciclo -- durante el periodo de 3 meses en el Valle de México. Tesis Profesional (MVZ) UNAM México. 1980.

- 38.- Hill, F. W., D. L. Anderson, R. Renner, L. B. Carew, Jr.: Studies of the Metabolizable Energy of grain Products for Chickens. Poultry - Sci. 39:579. (1960).
- 39.-Lee, D. J., R. Blair.: Growth of Broilers Feeds on Diets Containing Dried, Poultry Manure. British Poultry Sci. 14:379. (1973).
- 40.- Karunajeewa, H.; Bagot, I. Effect of litter condition, antibiotics, barley and lucerne meal on egg yolk colour and performance of cross bred layers. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 17 (89) 926-933. (1977).
- 41.- Karunajeewa, H.: Effect of triticale, lucerne pellets, Furazolidone, ethoxyquin and oxy--carotenoids on egg yolk colour and performance of crossbred layers. Australian -- Journal of Experimental Agriculture and -- Animal Husbandry 18 (92) 396-403 (1978).
- 42.- Kohler, G. O., R. E. Knowles and A. L. Livingston.: An improved analytical procedure for the determination of xanthophyll. J. Assoc. - Offic. Anal. Chemists. 50:707-711. (1967)
- 43.- Knzmicky, D. D., G. O. Kohler, A. L. Livingston, -- R. E. Knowles and J. W. Nelson.: Pigmentation potency of xanthophyll sources. - Poultry Sci. 47:389-397. (1968).
- 44.- Littlefield, L. H., J. K. Bletner, and O. E. Goff.: The effect of feeding laying hens various levels of cow manure on the pigmentation of eggs yolks. Poultry Sci. 52:179. (1978).

- 45.- Mac Kay, E. Yolk color resulting from diferents levels of paprika extract in the ration. Poultry -- Sci. 42:32-46. (1963).
- 46.- Marusich, W. L.: Feasibility of Broiler Pigmentation -- Standard. Feedstuffs 41 (3):26, 28(1969).
- 47.- Marusich, W. L., F. de Ritter an J. C. Bavernfeind.: -- Evaluation of carotenoid pigments for color-- ing egg yolks. Poultry Sci. 39:1338-1345. - (1960).
- 48.- Marusich, W. L. and J. C. Bavernfeind.: Oxycarotenoids in Poultry Pigmentation. Poultry Sci. 49: - 1555-1556. (1970).
- 49.- Marusich, W. L. Carotenoids in Poultry Production, Animal Nutrition Events (Roche) 37. 1974,
- 50.- Marusich, W. L. and H. S. Wilgus.: Evaluating the pigmentation value of feedstuffs for poultry rations. Program of the 1968, Arkansas Formula Feed Conference, Fayetteville, Arkansas. pp. 9-22. (1968).
- 51.- Mendoza F. C.; Efecto de tagetes erecta sobre la pig-- mentación de la yema de huevo. Tercer ciclo Internacional sobre Avicultura, Instituto -- Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH (1976),
- 52.- Mestas, C. R.: La utilización del estiércol de vaca - en dietas para gallinas en postura. Tesis - Ing, Agr. Chapingo, Méx. E.N.A. 1976.
- 53.- National Research Council. Nutriet Requirements of - Poultry. Washington, D.C. National Academy of Sciences. 1971.

- 54.- Panetsos, A. G.; Kilikidis, S. D.; Psomas, J. E. -- Study on the yolk pigments of chicken --- eggs and the improvement of yolk colour. In Proceedings of the 20th. World Veterinary Congress. (See FSTA) 1978.
- 55.- Peraza, C., M. Bouchain y L. Zaragoza.: Evaluación del valor nutritivo de la harina de alga espirulina para el pollo de engorda. Memorias del 1er. Congreso Nacional ANECA, Guadalajara, Jal. 1976.
- 56.- Scott, M. L., M. C. Nesheim, R. J. Young.: Nutri-- tion of the chicken. M. L. Scott and Asso ciates, New York pp. 511. 2ª Edición 1976.
- 57.- Scott, M. L., I. Ascarelli and G. Olson.: Studies - of egg yolk pigmentation. Poultry Sci. -- 47:863-872. (1968).
- 58.- Smith, M. J., L. J. Classen, F. Pagorin and J. C. -- Fritz.: Factors affecting pigmentation of broilers. Fed. Prouc. 24:687 (abstract) - 1965.
- 59.- Smith, I. D. and H. S. Perdue.: Isolation and tenta tive identification of the carotenoids pre sent in chicken skin and egg yolks. Poul try Sci. 45:577-581. (1966).
- 60.- Silerio, V. F.: Evaluación de la alga espirulina - como fuente de pigmentos en dietas para - pollos de engorda. Tesis Ing. Agr. Cha-- pingo, México. 1976.
- 61.- Tortuero, F. Efeccts of differents levels of dehydra ted alfalfa meal in practical rations of - laying hens on the pigmentation of egg yolk, their influence on the utilization of red xanthophylls. Poultry Sci. 47:376-383.1968.

- 62.- Villavicencio, E.: Uso de Pigmentantes en la Industria Avícola MSD AGVET México. Seminario ARPOCOX 1981.
- 63.- Vuilleumier, J. P.: The Roche yolk color fan as an instrument for measuring yolk color. Poultry Sci. 48:769. (1969).
- 64.- Williams, W. P. and R. E. Davis, and J. R. Couch. -- Utilization of carotenoids by the hen and chick. Poultry Sci. 42:691-699. (1963).
- 65.- Yvoré, P., Mainguy, P.: The effect of coccidiosis -- on the Metablism of the carotenoids. Animal Nutrition Events (Roche) 1973.
- 66.- Yvoré, P. Carotenoids in Poultry production. Animals Nutrition Events. (Roche) 35. 1974.