

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE QUIMICA**



**EFFECTO DE Tagetes erecta SOBRE LA  
PIGMENTACION DE LA YEMA DE HUEVO.**

**CARMEN MENDOZA MONDRAGON**

**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

M-172406

1 9 7 3



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE PROF: FRANCISCO GIRAL GONZALEZ

VOCAL PROF: MA. DEL CONSUELO HIDALGO Y MONDRAGON

SECRETARIO PROF: FRANCISCO SANCHEZ VIESCA

1er. SUPLENTE: BERTHA SOTO DE VILLATORO

2<sup>a</sup>. SUPLENTE: MA. DEL SOCORRO SALAS TAVARES

DEPARTAMENTO DE AVICULTURA DEL  
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PECUARIAS, S.A.G.  
CHAPINGO, ESTADO DE MEXICO .

SUSTENTANTE: Carmen Mendoza Mondragón

ASESOR: Q.F.B. Ma. del Consuelo Hidalgo y Mondragón

SUPERVISOR TECNICO: Ing. Agr. MSc. Ph D. Augusto Aguilera

Amezcuca

DEDICATORIA:

CON CARINO Y RESPETO A LA MEMORIA DE MIS PADRES:

SR. JESUS MENDOZA PANIAGUA, SRA. CARMEN MONDRAGON.

A MI ESPOSO CON AMOR POR SU GUIA Y ESTIMULO A LO LARGO DE MI  
TRABAJO.

PARA MIS HIJOS CON CARINO: AXAYACATL, XOCHITL, CITLA, ERENDI  
RA, TIZOC.

MADRASTRA: MARI

HERMANOS: JOSEFINA, SABINO, JESUS, ROSITA, QUE SIN SU AYUDA  
NO HUBIERA PODIDO LLEVAR A CABO MI TRABAJO.

---

AGRADECIMIENTOS:

AGRADEZCO A:

LA SRITA PROFA LEONOR T. SUS CONSEJOS DURANTE MI -  
PRIMERA FORMACION.

LA SRA. ADELA FORMOSO DE OBREGON SANTACILIA, DIREC-  
TORA DE LA UNIVERSIDAD FEMENINA DE MEXICO QUE HIZO  
POSIBLE MI CARRERA.

LA SRITA Q.F.B. MARIA DEL CONSUELO HIDALGO Y MONDRA  
GON, POR SUS VALIOSOS CONSEJOS A LO LARGO DE MI FOR  
MACION PROFESIONAL.

A LOS SRS. DRS., AUGUSTO AGUILERA Y JHON A. PINO, -  
POR SU AYUDA EN LA REALIZACION ESTADISTICA Y TECNI-  
CA DE LA PRESENTE INVESTIGACION.

I N D I C E

## I N D I C E

	<u>Página</u>
Resumen.....	1 - 2
Introducción....	3 - 4
Antecedentes.....	5 - 20
Materiales y Métodos.....	21 - 29
Resultados.....	30 - 38
Conclusiones.....	39 - 41
Bibliografía.....	42
Apéndice.....	43
Apendice Bibliográfico.....	
Diagrama.....	
Cuadros.....	
Cuadro 1	
Composición porcentual de la dieta base cuyo con - tenido en pigmentos es bajo, proporcionada a los - lotes experimentales durante los períodos pre y - tratamiento.....	
Cuadro 2	
Indicación cronológica del muestreo durante el de - sarrollo del experimento .....	
Cuadro 3	
Estimación visual y determinación cuantitativa del	

del color de harina de cempasúchil .....

Cuadro 4

Análisis próximo e intensidad de color de la harina de cempasúchil empleada en el experimento.....

Cuadro 5

Correspondencia del índice visual al espectrofotométrico, datos promedio del 6o. al 14o. día de experimentación.....

Cuadro 6

Resumen de la valoración espectrofotométrica del color de la yema en el transcurso de 20 días de experimentación.....

Cuadro 7

Comparación dentro de días

Datos promedio 0 - 20 días.....

Cuadro 8

Niveles de cempasúchil y sus efectos pigmentantes sobre la grasa abdominal y suero sanguíneo de gallinas Leghorn.....

Cuadro 9

Resumen de la pigmentación de la yema, producción de huevo, consumo y eficacia del alimento de ponedoras Leghorn blanca, alimentadas con diferentes-

niveles de cempasúchil en la dieta. Datos promedio de 0 - 20 días de experimentación.....

Cuadro 10

Grado de pigmentación, producción, consumo y eficacia del alimento de gallinas Leghorn y Australorp al suministrarles 0.250 % de cempasúchil en la dieta. Datos promedio 0 - 20 días.....

Cuadro 11

Intensidad de pigmentación en aves Leghorn blanca y Australorp sometidas a un período de 170 días de alimentación con niveles de cempasúchil en la dieta.....

Gráficas.....

Gráfica 1

Curva estándar o tipo de alfa-beta-caroteno - - A.O.A.C. 1960 (16.023 y 16.024) 450  $m\mu$  Ranura 0.06 mm.....

Gráfica 2

Relación entre las estimaciones visual y espectrotométrica del color de yema .....

Gráfica 3

Valoración individual del color de la yema de - huevo de gallina Leghorn.....

Gráfica 4

Erecto pigmentante del cempasúchil en yema de huevo de gallinas Leghorn blanca.....

Gráfica 5

Tiempo requerido para estabilizar el color de la yema en gallinas Leghorn.....

Gráfica 6

Grado pigmentante del cempasúchil sobre la grasa abdominal de gallina Leghorn blanca.....

Gráfica 7

Representación gráfica del resultado estadístico-significativo, debido a días al efectuar la prueba de F de los datos de suero sanguíneo de gallina Leghorn blanca. ....

Gráfica 8

Gallinas Leghorn y Australorp, alimentadas con 0.250% de cempasúchil en la dieta base y comparación evolutiva entre las intensidades de color de sus yemas de huevo.....

**R E S U M E N**

## R E S U M E N

Se obtuvo harina de pétalos de flor de cempasúchil (Tegetes erecta) clasificándola visualmente por la intensidad del color naranja. Dicha clasificación está relacionada con el contenido de xantofilas presente en la harina. El objeto del presente trabajo, fué estudiar el efecto pigmentante de la harina en gallinas Leghorn blanca y Australorp. Las aves fueron alimentadas durante 20-días preiniciación del ensayo biológico, con una dieta a base de maíz cacahuazintle, de bajo contenido en pigmentos con el objeto de reducir al mínimo los pigmentos de la yema. Posteriormente, se incluyeron 3 niveles de cempasúchil en la dieta base: 0.125, 0.250 y 0.500 %. Estos niveles se suministraron durante 170 días a un grupo de 15 gallinas Leghorn blanca por tratamiento y solamente el nivel de 0.25 % a un grupo de 15 aves Australorp. La fase experimental se dividió en dos periodos, uno de 20 y otro de 150 días, este último con la finalidad de observar el efecto de los niveles a través de un período amplio. Los resultados indicaron que para alcanzar la estabilización de los pigmentos en la yema de huevo, cuando las aves han dejado de consumir una dieta de bajo contenido en xantofilas, se necesita un mínimo de 5 días en observación visual y 12 en valoración espectrorotométrica. Con los niveles de cempasúchil empleados el color de la yema de huevo de gallinas Leghorn es runción lineal de la dosis de cempasúchil en la dieta. La coloración de la grasa abdominal y suero de gallinas, no está-

relacionada con el contenido de xantofilas de la dieta, No hay diferencia entre el color de yema, grasa y suero de gallina Leghorn y Australorp alimentadas con 0.25 % de cempasúchil en la dieta. - Sin embargo, la hubo en producción de huevo y consumo de alimento a favor de la Leghorn. La coloración de la yema,grasa y suero de gallinas Leghorn y Australorp al término de 170 días de experimentación fué similar a la de 20 días, indicando ser este un período adecuado para experimentación que involucre pigmentos.

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

### INTRODUCCION

La coloración amarilla de la piel y grasa de las aves se debe en parte a la proporción de grasa y al color de ésta. Color impartido por diferentes sustancias coloridas cuya naturaleza y cantidad depende de la alimentación del ave. Influyendo también en el color de la yema de huevo ovopositada por el ave. En ambos casos la coloración es debida principalmente a las xantofilas, sustancias liposolubles presentes en la fracción insaponificable de la piel, tejido, grasa y yema.

El color de la piel y de la yema de huevo juega un papel importante en la mayor o menor aceptación de parte del consumidor. En consecuencia, tendrán un mejor mercado los productos más amarillos en comparación con los que carecen o tienen una tonalidad amarilla clara, aunque nutricionalmente sean iguales. Así tiene importancia el asegurar que la dieta proporcione una sustancia colorida ino---cua lipofílica, la cual debe ser suministrada en cantidades adecuadas, porque también de lo contrario un producto con un color demasiado intenso será rechazado. Es de interés considerar la eficacia de utilización de los pigmentos por el ave y el costo de la fuente pigmentante debe ser el mínimo posible. En casos extremos puede haber una fuente con poca cantidad de pigmentos los cuales sean sumamente aprovechable por el ave o bien viceversa. De ahí la importancia más económica que nutricional que involucra el problema de la pigmentación de las aves dentro de la avicultura moderna.

En México hay una cantidad elevada de Tagetes erecta conocida con el nombre de flor de muerto o cempasúchil, cuyas flores son de color amarillo-naranja debido a la presencia de xantofilas. La investigación preliminar sobre su uso como aditivo en dietas para aves se inició en septiembre de 1960 por Brambila et al. Observándose que este material satisface las características antes mencionadas: inocuidad, carácter lipofílico, etc.

El presente trabajo experimental se llevó a cabo durante los años de 1961-1962 en el Departamento de Avicultura del Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, localizado en el Campo Experimental "El Horno", Chapingo, Estado de México y su objetivo fué el de obtener mayor información sobre el empleo de la harina de Tagetes erecta como fuente natural de pigmentos en raciones para gallinas ponedoras.

A\_N T E C E D E N T E S

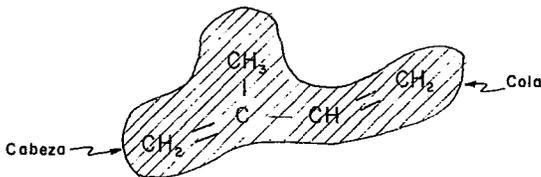
ANTECEDENTESXantofilas

Los pigmentos amarillos de la hojarasca de otoño, solubles en alcohol, fueron llamados xantofilas por Berzelius en 1837. Más tarde otros investigadores indicaron que estos pigmentos también se encuentran presentes en la hojas verdes. Posteriormente fueron separados por cromatografía indicando que eran una mezcla compleja de policromos; dividiéndoles en dos clases; una muy soluble en solventes hidrocarburos fué llamada carotenos y otra menos soluble en estos solventes pero miscible en etanol la llamaron xantofilas. Estas dos clases fueron nominadas dentro del término de carotenoides. En la actualidad se tiende a extender el conocimiento de esta terminología.

Los carotenos y las xantofilas son los principales pigmentos amarillos solubles en grasa tanto vegetal como animal por lo que reciben el nombre de lipocromos (grasas colorantes). Desde hace tiempo estos compuestos han despertado el interés de botánicos, bioquímicos y nutricionistas. Pero recientemente han asumido importancia industrial y económica. Los carotenoides imparten su color característico a los productos que los contienen de ahí su empleo como aditivos en la fabricación de margarinas, pastas, alimentos para animales. Ciertos caratenoides son precursores de la vitamina A en el organismo animal, esto tiene como resultado su utilización comercial en productos farmacéuticos.

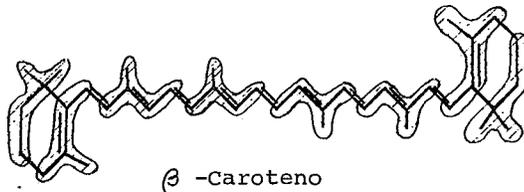
### Isoprenoides

Los isoprenoides son una familia de compuestos naturales, estructuralmente formados por una o más unidades de isopreno ó 2 metil - 1,3 butadieno. Los terpenos contienen dos de estas unidades; los sesquiterpenos tres; los diterpenos, cuatro; los triterpenos - seis y los tetraterpenos, ocho. En general, la cabeza de una unidad de isopreno se une a la cola de la más próxima para formar los isoprenoides aunque existen otras con uniones cabeza-cabeza o cola-cola.



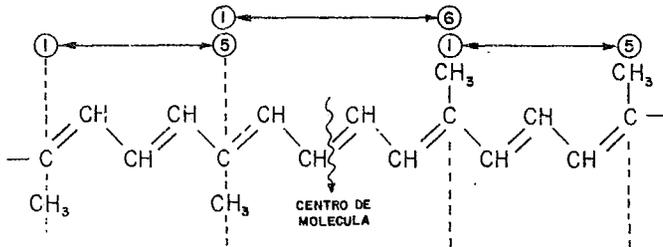
Unidad de Isopreno

Los ejemplos más comunes de los tetraterpenos son los carotenoides. Compuestos de largos sistemas con dobles enlaces conjugados que son los responsables de su color. En la siguiente fórmula se puede observar esquemáticamente las 8 unidades de isopreno que forman el carotenoide  $\beta$ -caroteno.



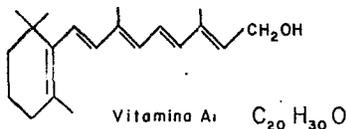
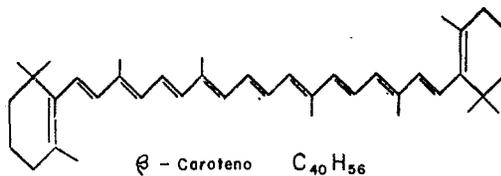
La definición de carotenoides propuesta por Karrer y acepta

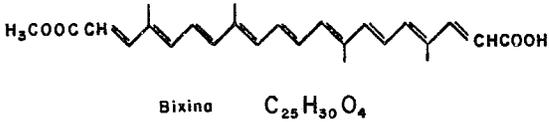
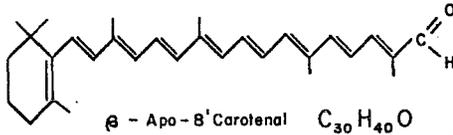
da por la Unión Internacional de Química establece que "los carotenoides son pigmentos amarillos y rojos de estructura alifática o alicíclica compuestos de unidades de isopreno (generalmente 8) unidas de tal manera que los dos grupos metilos más cercanos al centro de la molécula están en posiciones 1:6. Mientras que los otros grupos metilos laterales están en posiciones 1:5. La serie de dobles ligaduras conjugadas constituye el sistema cromofórico de los carotenoides".



Arreglo de los grupos metilos alrededor del centro de la molécula de un carotenoide

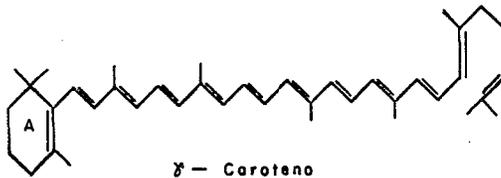
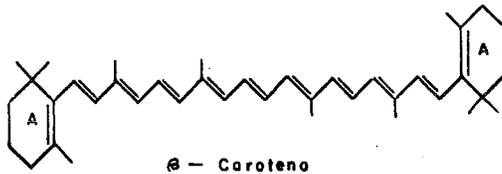
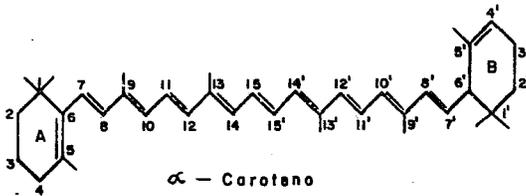
Esta definición incluye compuestos naturales como la vitamina A, azafranina y productos que se obtienen del fraccionamiento de los carotenoides conteniendo 40 átomos de carbono como los apocarotenoides; así como aquellos que tienen menos de 40 (8 residuos de isopreno) ejemplo la bixina.

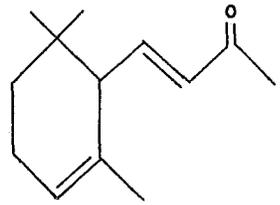
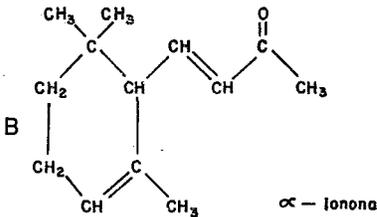
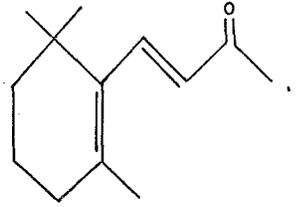
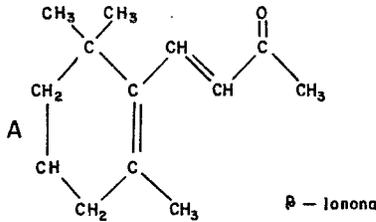




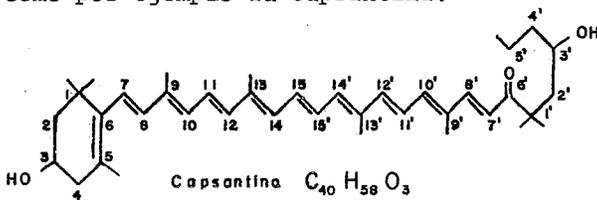
### Nomenclatura

Los átomos de carbono de una molécula de carotenoide se numera de acuerdo con el método propuesto por Karrer, considerando la molécula dividida en dos partes, se numera con números sencillos y números con apóstrofo; con los primeros se designa la parte que contenga el residuo ióna.

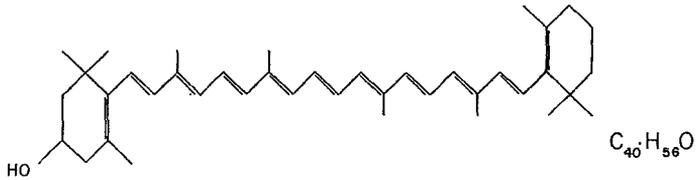




Si el caroteno es asimétrico como el caso del  $\gamma$  -caroteno- el residuo de  $\beta$  -Ionona tiene preferencia sobre la mitad que contiene la cadena abierta. Se sigue la misma regla para los carotenoides que estén abiertos en la posición 1 ó en otro punto de la molécula, como por ejemplo la capsantina.

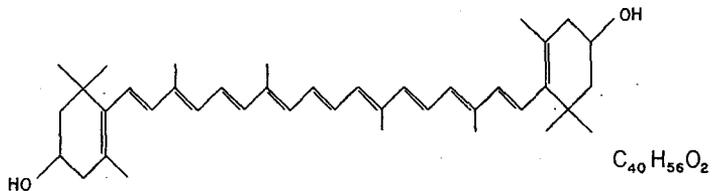


Los carotenoides hidrocarburos son llamados por el término-carotenos y los carotenoides conteniendo oxígeno en una función química son considerados como derivados de los carotenos teniendo así alcoholes, cetonas, aldehidos y ácidos caracterizándolos por los prefiijos hidroxí, ceto, aldo y carboxi seguidos del nombre del caroteno patrón: ejemplo criptoxantina ó 3-hidroxy- $\beta$  caroteno



Criptoxantina

Se han empleado en la actualidad nombres triviales para identificar a las nuevas xantofilas, llamándolas xantinas y adicionando un prefiijo apropiado que indique su fuente de origen: ejemplo la zeaxantina, o xantofila del maíz ó 3:3'-dihidroxi- $\beta$  caroteno o  $\beta$ -caroteno-3:3' diol.



Zeaxantina

### Estado Nativo

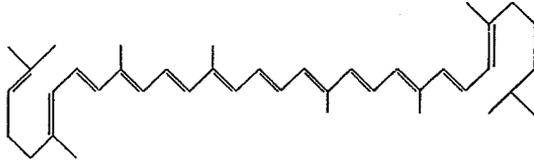
Los carotenoides no se encuentran libres al estado natural en Plantas si no formando complejos con proteínas comunicándoles la propiedad de solubilidad en agua presentándose así en el fluido celular. Sin embargo, esta ocurrencia se hace más generalizada en el reino animal. De los pigmentos vegetales ingeridos en la comida por organismos animales parte es absorbida y otra es excretada. Los carotenoides absorbidos son distribuidos a diferentes partes del or -

ganismo, tejido graso, órganos internos, etc. localizándose en grasas o en la fase acuosa en forma de complejos; en la retina aparecen en estado coloidal.

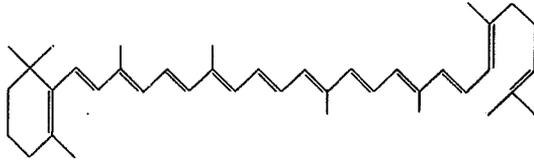
Se conocen cerca de 80 carotenoides naturales y se sabe la estructura química de cerca de 35. La característica química que los relaciona es la presencia en su molécula de un gran número de dobles ligaduras. También se conoce la fórmula empírica de alrededor de 50 carotenoides; 45 contienen 40 átomos de carbono, solo 5 un número diferente.

Willstätter y Mieg fueron los primeros en reconocer la relación de los carotenoides con la unidad de isopreno. Dicha asociación dió nacimiento a la hipótesis, que la molécula del carotenoides podía ser formada en la planta por la combinación de dos residuos de fitilo; al enlazarse los dos átomos de carbón terminal por deshidrogenación. Así todos los carotenoides pueden ser derivados de una substancia original, el licopeno. El cual por procedimientos de simples cambios químicos tales como: ciclización, migración de doble ligadura, hidrogenación parcial, introducción de radicales, hidróxilo, cetónico o grupos metoxilos, o formación de un puente oxigenado, dan como resultado una serie de compuestos cuya absorción en la parte visible del espectro luminoso comprende un rango de alrededor de 300  $m\mu$  (400-700  $m\mu$ ).

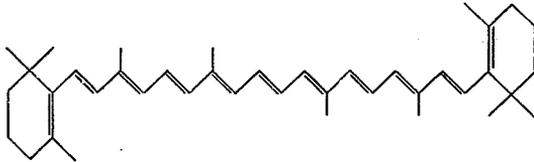
Esta consideración puede apreciarse observando las siguientes fórmulas de algunos de los carotenoides naturales.



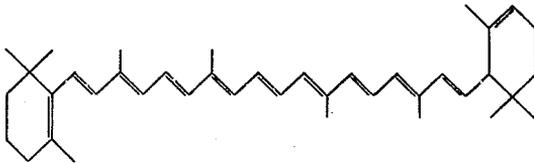
Lycopeno



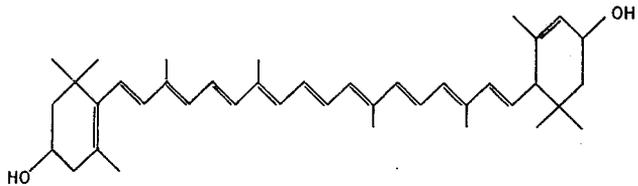
γ - Caroteno



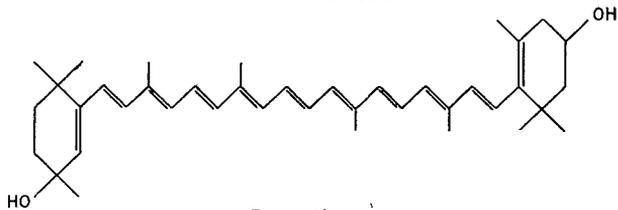
β - Caroteno



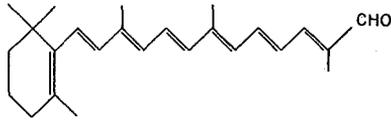
α - Caroteno



Xantofila o Luteina



Zeaxantina

 $\beta$ -Apo-12'-Carotenal

Crocifina

### Vitamina A

Entre los años 1913 y 1915 fué demostrada la existencia de un factor de crecimiento liposoluble denominado vitamina A. Experimentando pudo observarse, que ratas con deficiencia en vitamina A podían ser recuperadas si les administraban concentrados de plantas verdes, actividad relacionada con el contenido de carotenos, dándole el nombre de provitaminas A, las Xantofilas carecen de esta propiedad. Los carotenos son sintetizados por todas las plantas, excepto por aquellas que son saprófitas y parásitas. Estas provitaminas A, son transformadas en el organismo animal a vitamina A. En ratas, cerdos, cabras, conejos, ovejas y pollos la conversión de carotenos a vitamina ocurre en la pared intestinal; mientras que en el hombre se creó que el hígado es el único órgano capaz de llevar a cabo, esta transformación. Aunque teóricamente una molécula de  $\beta$ -caroteno puede producir dos moléculas de vitamina, los experimentos con

miras cuantitativas indican que la reacción de conversión es más -  
 bién 1:1. La vitamina A no se ha encontrado en el reino vegetal;  
 donde se localiza con mayor frecuencia es en los aceites de hígado-  
 de pescados, de los cuales se extrae comercialmente.

Los mamíferos, incluyendo al hombre tienden a almacenar caro-  
 tenos y excretar más xantofilas, mientras que las aves retienen más  
 éstas últimas. Así el color amarillo o amarillo-naranja que presen-  
 tan la piel, grasa, pico y yema de huevo, es la resultante princi-  
 pal de la presencia de xantofilas. El conocimiento de que el ali-  
 mento juega un papel importante en la modificación de esta colora-  
 ción es muy conocido. Los alimentos a base de plantas naturales ta-  
 les como; maíz amarillo, camotes, espinacas, hojas de lechuga, al-  
 ralfa y varias hierbas, abastecen a los animales de carotenos y xan-  
 tofilas. De las xantofilas la que ha mostrado mejor aprovechamien-  
 to biológico, es la luteína o xantofila. A continuación se resu-  
 men datos de puntos de fusión y el rango de absorción en el espec-  
 tro (Karrer, 1950) de algunas xantofilas de importancia avícola:

PROPIEDADES FISICAS DE ALGUNAS XANTOFILAS DE  
 IMPORTANCIA EN AVICULTURA

PI MENTO	PUNTO DE FUSION	FORMA <sup>a</sup> CRISTALINA	ABSORCION	MAXIMA <i>mμ</i>	
Xantofila o Luteína (1837) <sup>c</sup>	193°	prismas <sup>d</sup> violetas	508	475	445
Zeaxantina (1929)	215.5°	láminas amarillas	517	482	450
Criptoxantina (1932)	169°	prismas lustrosos <sup>e</sup>	519	483	452

<sup>a</sup> Disolvente empleado: metanol, excepto criptoxantina, metanol-ben-  
 ceno.

<sup>b</sup> Disolvente disulfuro de carbono.

<sup>c</sup> Año de su descubrimiento.

<sup>d</sup> Con una molécula de metanol de cristalización.

<sup>e</sup> Retienen tenazmente algo de metanol.

Acerca de la bioquímica de las xantofilas en aves, poco es lo que sabe. Son absorbidas a través de la pared intestinal, incorporadas a la sangre y finalmente son depositadas en la piel, grasa e hígado en forma de ésteres son movilizadas durante el período de postura a la yema de huevo, en donde la mayor parte de los pigmentos se encuentran en forma libre.

Las funciones de los carotenos en aves como precursores de la vitamina A, han sido estudiados ampliamente; mientras que las funciones biológicas de las xantofilas no. En ponedoras, Palmer considera que las xantofilas carecen de importancia fisiológica ya que el huevo es una ruta excretoria conveniente para las sustancias solubles en grasas. Otros investigadores observaron que aves sometidas a dietas libres de xantofilas se comportaron normalmente respecto a fecundidad y fertilidad. Mientras unos niegan a las xantofilas toda función biológica y su actividad de provitamina A, otros como Euler et al pensaron que la luteína era un precursor de la vitamina A en el pollo. Se ha sugerido que la luteína es convertida en un factor de crecimiento esencial diferente a la vitamina, pero algo similar en función. Recientemente, otros investigadores han establecido que la falta de luteína disminuye la habilidad competitiva del semen de algunas especies de aves domésticas. En gallinas, los carotenoides son movilizadas a la sangre por grandes dosis de estrógenos, esta es la forma probable de transferencia de los pigmentos al huevo cuando las gallinas ponen.

La importancia económica que revisten las xantofilas en la -- avicultura moderna fué puesta ya de manifiesto en otro capítulo de este pequeño informe. Siendo México uno de los países cuyos consumidores de productos avícolas gustan de su buena pigmentación, surge la necesidad de satisfacer dicha predilección. El desarrollo de la explotación de aves ponedoras en confinamiento restringe llenar este requisito ya que las aves no tienen acceso a vegetales verdes -- principales proveedores de xantofilas. La pigmentación de las aves entonces depende solo de los ingredientes que se usen en la formulación de dietas; las mas comunes son el maíz amarillo y alfalfa, así como algunos preparados comerciales. Han sugerido muchas fuentes aparte de las ya mencionadas, entre las más atractivas están -- desperdicios verdes, copas u hojas de remolacha, organismos marinos y ciertos microorganismos como Chlorella, etc.

### Cempasúchil

(Cempoalxochitl = Cempoal, 20; Xochitl, flor)

### (Tagetes erecta)

### Clasificación

Reino:	Vegetal
Tipo:	Tronco IX Cormófitos (mbriofitas)
Subtipo:	División Antófitas
	Subdivisión Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas

Subclase: Simpétalas  
 Orden: Campanuladas  
 Familia: Compuestas  
 Género: Tagetes  
 Especie: erecta  
           patula  
           jalisciensis

Brambila et al (1960) indicaron que el cempasúchil nativo de México, era una fuente con alto contenido de xantofilas. Su primer trabajo experimental, consistió en dar directamente harina de pétalos a pollos jóvenes, depositando los pigmentos en pico y patas. Posteriormente cuando la harina se empleaba como única fuente de pigmentos a un nivel de 0.25 % de la dieta, las aves presentaban una buena pigmentación. La concentración de xantofilas en el alimento empleando este nivel fué de 29.9 mg/Kg de alimento.

Los fabricantes de alimentos, como Ralston-Purina, Apiaba (Archer Daniels Midland), Laboratorios Dawe's y otros tomaron con interés esta información.

Los laboratorios Dawe's, establecieron en México una productora de harina con el nombre de Florafil, S.A. Ferry Morse, Burpec y Northrupp-King; contrataron ranchos y deshidratadoras para obtener cantidades comerciales de harina para usarla en la formulación de sus raciones.

De todas las especies conocidas en México, solo T. erecta,

ha sido estudiada para la Producción comercial de harina.

### Variedades

Nativa: México es considerado como el centro de origen de las especies Tagetes, hay 175 ó más variedades nativas conocidas; pero como éstas producen flores relativamente pequeñas, se prefiere las variedades importadas para la producción comercial de harina.

### Importada

A continuación se enlistan algunas de las variedades que México importó de los Estados Unidos de Norteamérica en 1965.

African Tall  
 African Queen  
 Cracker-Jack  
 Guinea Gold  
 Golden Petal  
 Hopeful  
 Hawaii  
 Petite Orange  
 Super Chief  
 Texas R-611

### Prácticas de cultivo

Respecto a este punto se tiene poca información, sólo la recabada con campesinos y algunas personas. En México, todo el centeno utilizado para la producción de harina, es cultivado con

riego. Las flores obtenidas bajo estas condiciones son más grandes y uniformes que las cultivadas en zonas áridas; permitiendo a la vez un mejor control del tiempo de cosecha.

El suelo destinado para la siembra del cempasúchil, se ras - trea dos veces, se nivela y surca. Los surcos tienen una profundi - dad de 31 cm. La siembra puede ser directa o por transplante. En - México la siembra directa es preferida en doble hilera a una distan - cia de 50-51 cm entre ellas. La distancia entre plantas es de 41 - cm. Se emplea una densidad de siembra de 250-400 gramos de semilla/ hectárea, dependiendo del porcentaje de germinación; observando ba - jo valor cuando el endospermo es oscuro. Ya emergidas las plantas se recomienda aclarar para mantener las distancias antes menciona - das. Por la gran adaptabilidad del cempasúchil a todas las condi - ciones de suelo no es necesario fertilizar pero puede emplearse 400Kg/ha de 15-15-15, cantidad regularmente usada en la zona del Bajío. -

La duración del ciclo es de aproximadamente 3 meses para las especies comerciales. La floración ocurre después de dos meses de - germinada la semilla. Las flores son cosechadas a mano cuando se - encuentran en plena madurez. La producción promedio por hectárea es de 13.5 toneladas de flores frescas completas.

② En forma comercial se producen en México dos tipos de harina: una con pétalos solamente y otra con flores enteras (flor, receptá - culo y pecíolo). Para la producción de la primera, se emplea un - proceso esencialmente simple, deshidratando el material hasta un -

contenido de humedad entre 10-12 %, en estas condiciones son molidas. La relación de conversión; flor entera - harina es cerca de 5:1 o sea que en promedio 5 toneladas de material fresco produce -- cerca de una tonelada de harina.

La mayor parte de harina producida en México es exportada a Estados Unidos de América y otros países. La menor porción es para el consumo del país. La venta de harina se hace en base al contenido de xantofilas; siendo \$2.70/gramo de xantofila, el precio vigente en México.\*

---

\*Los datos de mercado aquí incluidos, fueron recabados posterior a la realización experimental (1966).

---

**MATERIALES Y METODOS**

MATERIALES Y METODOS

Se adquirieron en el mercado muestras de semillas de inflorescencias secas de Tagetes erecta\*, nativa de México. Dichas semillas fueron sembradas al boleó en almácigos o semilleros hechos con caja de madera; estos se mantuvieron en un invernadero del campo experimental, con riego suficiente para mantener la tierra húmeda. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 a 15 cm. se transplantaron al lugar definitivo de siembra. La superficie total fué aproximadamente de 700 m<sup>2</sup> cuya extensión se describe en el diagrama No. 1 formada por dos parcelas I y II de 16 y 2 surcos respectivamente, con distancias entre surcos y plantas de 0.90 y 1.00 m. respectivamente, las labores de cultivo, - después del trasplante se resumen a: riego, deshierbe, aborde y finalmente cosecha; a continuación se expresan fechas de algunas labores llevadas a cabo:

Siembra en el almácigo	30 de junio
Trasplante	25 de julio
Cosecha	15 de octubre

---

\* Se agradece al Sr. Biólogo Francisco González Medrano del Jardín Botánico de la U.N.A.M., la clasificación Taxonómica del material empleado.

Familia: Compositae  
 Tribu: Helenieae  
 especie: T. erecta L.

Cuando las cabezuelas florales alcanzaron el estado de madurez adecuado, es decir la totalidad de las hileras habían abierto, se cosecharon las flores linguladas del receptáculo y por apreciación individual visual, de acuerdo a la intensidad del color naranja, se separaron en 3 categorías: intenso, medio y claro; efectuando esta clasificación en cada uno de los surcos. Se secaron en costales de yute a una temperatura comprendida entre 55-60°C, con corriente de aire seco; a la postre fueron divididas en partículas pequeñas en un molino tipo Wiley empleando una malla No. 10. Se obtuvo un material de textura fina y color naranja se designó con el nombre de harina de cempasúchil. A una serie de muestras de cada una de las tonalidades antes mencionadas se le determinó la concentración de xantofilas por el método siguiente:

Una muestra representativa de la harina de cempasúchil se trituró en un molino chico de cuchillas tipo Wiley empleando malla No. 60. Una vez homogeneizada esta harina se pesaron por duplicado cantidades de aproximadamente 0.2 g y fueron colocadas en matraces-Erlemayer para extraer los pigmentos con 100 ml de acetona, colocándolos en una gaveta a la obscuridad durante 24 horas. Al cabo de este intervalo de tiempo se decantó el disolvente y se recogió en un matraz atorado de 250 ml repitiendo esta serie de manipulaciones para finalmente filtrar el extracto acetónico a través de papel Whatman No. 4, lavar varias veces el residuo y llevar el volumen hasta el aforo con acetona. El contenido del matraz se homogenizó y

cuando fué necesario se midió una parte alicuota de 10 ml. La intensidad de color de esta solución se determinó en un espectrofotómetro Beckman modelo DU a 450 milimicras, utilizando una ranura de 0.06 mm y filtro azul. Las lecturas de absorbancia o densidad óptica obtenidas se confrontaron con una curva de comparación o estándar para la determinación de beta-caroteno, establecida de acuerdo con los métodos de análisis de la A.O.A.C. (1960). Los resultados se expresaron en miligramos de beta-caroteno por gramo de harina. La harina usada en el experimento fue de color naranja y se cuantificó además de xantofilas, de acuerdo con los métodos generales establecidos por la A.O.A.C. (1960): humedad, cenizas o materia mineral, proteína cruda (Nitrógeno X 6.25), grasa cruda o extracto etéreo, fibra cruda y por diferencia a cien extracto libre de nitrógeno.

Las aves recibieron una dieta base de bajo contenido en xantofilas cuyo efecto sobre la despigmentación de la yema, grasa, piel y tarsos de las aves fué ya establecido por Brambila et al (1961-1963); pudiéndose emplear como dieta básica en estudios concernientes a xantofilas. La principal característica de esta dieta estaba en el alto porcentaje de un ingrediente pobre en pigmentos; maíz cacahuazintle (Cuadro 1). Para elaborar la dieta base se pesaron en una báscula de plancha, cada una de las cantidades de los ingredientes ahí especificados. Se hicieron dos premezclas: la de vitaminas y la de minerales traza, en un kilo de maíz cacahuazintle cada una. Después se revolvieron durante 15 minutos los ingredientes

de origen animal y vegetal, en una mezcladora de marca Implementos Avícolas, S.A. de gusano tipo vertical y capacidad para una tonelada. Posteriormente se adicionaron las fuentes de minerales: sal común, roca fosfórica, concha triturada. Para finalizar, se agregaron las premezclas de vitaminas y minerales traza, mezclando todo durante 30 minutos. La ración básica resultante fué depositada en botes con capacidad aproximada de 50 kg.

### Ensayo biológico

El experimento tuvo una duración de 20 días durante los cuales se efectuaron todas las series de valoraciones descritas en el Cuadro 2. Con el objeto de observar el efecto de los tratamientos por un intervalo de tiempo amplio se prolongó 150 días más, durante éste no se efectuaron las determinaciones antes indicadas, sólo hasta los 170 días.

Se utilizaron 75 aves, 60 Leghorn Blanca y 15 Australorp negra (piel blanca). Se formaron 5 grupos de 15 aves cada uno, 4 con Leghorn y uno con Australorp, asignándoles al azar un tratamiento a cada grupo. Las aves fueron aproximadamente de un año de edad, en buen estado de salud y postura normal. Se alojaron en jaulas individuales de batería con tres pisos, disponiendo cada cinco aves de un comedero y bebedero. Todas las aves se alimentaron con la dieta base (Cuadro 1) durante 20 días, período de pretratamiento, hasta que el color de la yema de huevo alcanzó una intensidad semejante a los índices visuales inferiores ( 2 6 3 )

del comparador rotatorio Heiman-Carver. Al término de este lapso de tiempo, se les proporcionaron los tratamientos de la manera siguiente: Tratamiento 1. dieta base; tratamiento 2,3 y 4, incluyen la dieta base más harina de cempasúchil a los niveles de 0.125, 0.250 y 0.500%. El tratamiento 3b, proporcionado a las gallinas Australorp negra, fué la dieta base más 0.250% de harina de cempasúchil, igual al tratamiento 3, con aves Leghorn.

Durante el desarrollo del experimento, se efectuaron determinaciones cuantitativas de xantofilas en muestras procedentes de las siguientes partes del ave:

- a). Yema de huevo
- b). Grasa abdominal
- c). Suero sanguíneo

a). Yema de huevo

Dos fueron las valoraciones de pigmentos en las yemas de huevo; una: apreciativa individual con el estándar de color Heiman-Carver y otra cuantitativa, siguiendo el método descrito por la A.O.A.C. (1960). El método Heiman-Carver consiste en una simple comparación visual del color de la yema, con pequeños discos coloridos cuya gama de color abarca desde la tonalidad amarilla blanca hasta el naranja rojizo. Los discos están numerados del 1 al 20, a éstos se les da comúnmente el nombre de índice visual. La comparación visual se efectuó en todas las yemas de los huevos ovopositados durante el transcurso del experimento previa eliminación de la clara por medio de un separador de yemas.

DETERMINACION CUANTITATIVASOLUCION TIPO ESTANDAR DE ALFA-BETA CAROTENO

Se preparó una solución estándar con una mezcla de alfa-beta caroteno (10 y 90% para uso de control en el laboratorio) en aceite de ajonjolí al 0.05%. A partir de esta solución se elaboraron soluciones de: 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0 microgramos pesando: 0.25, 1.00, 1.50, 2.00 y 2.50 g de la solución estándar en matraces volumétricos de 250 ml. diluyendo al volumen con acetona.

Se determinó de inmediato la absorbancia o densidad óptica - (D.O.) de las soluciones diluidas, usando como blanco acetona, en un espectrofotómetro Beckman modelo DU a 450 milimicras, empleando una ranura de 0.06 mm y filtro azul. Los valores de absorbancia se graficaron como ordenada y la concentración de alfa-beta caroteno como abscisa (Gráfica 1).

Determinación

La estimación cuantitativa de la intensidad de color en la yema se efectuó de dos maneras individual en cada una de las yemas y en grupo de 5 yemas. Previa lectura de Heiman-Carver se pesó la yema en un vaso de precipitado de 250 ml. Se adicionó una pequeña porción de acetona, filtrando a través de un papel filtro Watman - No. 4. Se lavó sucesivamente el residuo con pequeñas porciones de acetona y se determinó la absorbancia de manera semejante a la curva de comparación; de la lectura se calculó la cantidad de pigmentos expresada en microgramos de betacaroteno por gramo de muestra. En-

forma similar se cuantificó la yema en grupo. De la postura diaria por tratamiento se eligieron al azar cinco huevos y previa apreciación del índice visual, las yemas se mezclaron y pesaron 2 muestras de alrededor de 5 g para ser tratadas en la forma antes descrita pero usando vasos de precipitado y matraces aforados de 100 ml.

b). Grasa abdominal

La valoración de xantofilas en grasa se realizó eligiendo al azar gallinas en número variable por tratamiento, al principio 5 aves, en representación de todos los tratamientos; durante el experimento, 2 aves y a los 170 días, 5 aves. Se eliminaron plumas en una pequeña zona abdominal de las aves. Se anestesió localmente con hielo, para hacer una incisión al nivel de donde termina la punta del esterón, con ayuda de pinzas se substrajo un trozo de grasa, colocándola en un tubo de ensayo, cerrando finalmente la herida. Las aves así manejadas, volvieron a alojarse en su jaula correspondiente; no manifestaron alguna alteración en la postura o estado de salud. Los tubos con grasa se almacenaron en un refrigerador al abrigo de la obscuridad hasta la verificación del cuanteo de xantofilas. Para lo cual se pesó en un vaso de precipitado de 50 ó 100 ml, una muestra de 2 a 5 g de grasa fundida previamente en una estufa a 100°C y filtrada a través de papel filtro Watman No. 4. Se pasaron en forma cuantitativa a matraces volumétricos de 25 ó 50 ml. lavando y aforando con acetona. Se determinó la absorbancia de las soluciones acetónicas y el contenido de xantofilas se expresó como mi -

crogramos de beta-caroteno por gramo de grasa.

c). Suero sanguíneo

La cuantificación de pigmentos en suero sanguíneo se efectuó de acuerdo con el método colorimétrico de Pett y Le Page (1940), modificado. Se seleccionaron al azar de 2 a 4 aves por tratamiento y a los 170 días de 7 a 15 aves. Con una jeringa hipodérmica de 10cm<sup>3</sup> se recolectó sangre de la vena marginal del ala, se quitó el agujero y dejó resbalar el contenido por las paredes de un tubo de ensayo; después se colocó en posición inclinada sobre un borde de mesa. Una vez formado el coágulo se separó el suero por centrifugación. Se tomó con una pipeta graduada de 1 a 2 ml, depositándolos en un tubo de ensayo, añadiendo 5 ml de alcohol etílico (95%), más 5 ml de éter de petróleo (punto de ebullición 35-60°C): tapando el tubo de agitó durante 5 minutos. Después centrifugar y separar la capa etérea pasándola con una pipeta a un tubo graduado. La serie de manipulaciones se repitió cuantas veces fué necesario a partir de la adición del éter de petróleo. Se juntaron los extractos y redujo su volumen entre 5 a 10 ml. Finalmente se determinó la absorbancia llevando a cero el aparato con éter de petróleo, se expresaron los valores como microgramos de beta-caroteno por mililitro de suero.

Se consideró consumo de alimento por la diferencia en peso--semanal de los recipientes que lo contenían. Los datos de postura de las aves se anotaron diariamente pudiendo calcular la eficacia -

del alimento medida por la relación por ciento de postura sobre con sumo de alimento.

El conjunto de datos fueron comparados, realizando el análisis de la varianza de Fisher, empleando la prueba de F (varianza ma yor/ varianza del error) siguiendo los lineamientos de De la Loma - (1955) y de Snedecor (1964) para el cálculo de regresiones cuando - se juzgó conveniente.

R E S U L T A D O S

RESULTADOS

Los resultados se encuentran expresados en los Cuadros del No. 3 al 11 y en las gráficas del 2 al 8.

Los análisis cuantitativos realizados para estimar el color de la harina de cempasúchil sugieren una relación entre la clasificación visual de la intensidad del color naranja y amarilla con el contenido de pigmentos carotenoides. Teniendo una variación que va desde el valor de 6.38 hasta 11.88 en el color naranja; expresan estos valores el contenido de xantorilas y carotenos en conjunto y -- sustancias solubles en acetona. Aún cuando estos valores no representan el contenido real de xantofilas sirve de guía estimatoria para poder utilizar la harina como fuente de estos pigmentos ya que Goodwin (1954) menciona a la luteína como el principal pigmento presente en la especie Tagetes erecta. También se observa que el color amarillo tuvo cantidades muy pequeñas de intensidad de color, con máxima absorbancia a 450 milimicras como fué el promedio de 2.2 expresado en mg de beta-caroteno por gramo de harina (Cuadro 3). Hubo gran variación en el color de las flores sembradas predominando en algunos surcos la intensidad amarilla; este hecho sugiere una influencia genética u otra debida a la cantidad de nutrientes presentes en el suelo disponible para la planta, ya que la presencia de potasio entre otros nutrientes, esta asociado con la formación de carotenoides en la planta, Goodwin (1954). La tonalidad amarilla tiene mayor uso como ornato que como aditivo en nutrición de aves -

de corral como fuente de pigmentos. Así que la intensidad puede ser una guía presuntoria del contenido de carotenoides. Al efectuar el análisis próximo y la determinación de xantofilas de la harina de cempasúchil empleada en el ensayo biológico (Cuadro 4) podemos observar que de todos los nutrientes que pudiera aportar la harina de cempasúchil a la ración del ave se encuentra en el extracto libre de nitrógeno pero la cantidad de harina que interviene en la ración es despreciable. La intensidad de color dió una cantidad de 1157.5 mg/100 g expresada como beta-caroteno.

Al valorar visual y espectrofotométricamente el color de la yema de huevo en forma individual permitió relacionar estas dos estimaciones (Cuadro 5; Gráfica 2). Se presentaron gráficamente en forma creciente los valores del índice visual y el correspondiente valor promedio del índice espectrofotométrico. Partiendo del valor de 2 al de 17, faltando muestras con índices intermedios del 5 al 8. Los valores de xantofilas expresados como microgramos de betacaroteno por gramo de yema correspondientes a los índices inferiores y medios parecen ser función diferente de los índices superior. La semejanza de los primeros valores refleja la indecisión de la persona que está efectuando la comparación de yemas con el color de los discos, por uno u otro índice. En la comparación interviene además la cantidad de luz que haya al momento de realizarla, la posición de la persona respecto a la fuente luminosa. Partiendo del valor de 11, a medida que aumenta el

índice visual aumenta casi linealmente el índice espectrofotométrico, la diferencia se acentúa con mayor claridad en los índices mayores (14, 15, 16, y 17).

El resumen de la valoración espectrofotométrica del color de la yema, juntos los valores de individual y grupo, a lo largo de - de los 20 días de experimentación se encuentra expresado en el Cuadro 6. Cuando se analizaron los datos promedio de 4-19 días se observó que al incrementar los niveles de cempasúchil en la dieta, - el ave también incrementó la intensidad de color de la yema en comparación con las aves que consumieron la dieta base ( $p < 0.01$ ). El valor de 1.5  $\mu$ g. de beta-caroteno/g.yema de la dieta base es inferior a 13.0, 22.6 y 41.5 correspondientes a los niveles de 0.125, - 0.250 y 0.500% de cempasúchil. La pigmentación de la yema a través de los diferentes días varió significativamente ( $p < 0.01$ ). - En días con un valor promedio inicial de 6.9, microgramos de beta-caroteno por gramo de yema para el 4o. día de experimentación hasta el valor de 21.2 para el 19a. día. Estos efectos se manifiestan también al analizar por separado los datos tanto en la valoración individual como en grupo. Los valores promedio de 18.4, 18.3 correspondientes a la valoración individual de las muestras de 6o. y 7o. día son iguales, así como los valores promedio de los días - - 13o. y 14o. (24.0, 23.7).

Al comparar los promedios de los días 6 y 7 con 13 y 14 fueron diferentes estadísticamente ( $p < 0.01$ ). Bajo esta condición

se formaron dos períodos; A (6 y 7) y B (13 y 14) Gráfica 3, y se analizaron factorialmente calculando regresión, Snedecor (1964). - El resultado estadístico indicó regresión lineal significativa - - ( $p < 0.01$ ) en tratamientos y períodos. Mientras que en los datos de la valoración espectrofométrica en grupo de 5 yemas se encontró regresión lineal en tratamientos y cuadrática en días. La linearidad en los valores de los tratamientos indica que no se ha alcanzado un nivel máximo de cempasúchil en la dieta para pigmentar la yema de huevo de gallina Leghorn. La pigmentación de la yema en los días 13 y 14 es mayor que la de los días 6 y 7 (23.8 Vs 18.3). Hay un día en que se estabilizaron los pigmentos, hecho refejado en la regresión cuadrática.

Los valores del índice visual correspondientes a la valoración espectrofotométrica individual y en grupo fueron analizados - estadísticamente en forma similar a la ya descrita, los resultados fueron semejantes también, a excepción de la comparación de los - valores: 10.8, 10.8, 11.1 y 11.4 correspondientes a los días: 60,- 70, 130 y 140 en que no se encontró diferencia ( $p < 0.05$ ). Al graficar los datos promedio por ave-día del índice Heiman-Carver se - observa la evolución de color de la yema a través de los 20 días - de experimentación (Gráfica 4). El efecto pigmentante del cempasúchil en yema de huevo de gallina Leghorn Blanca, se pone de manifiesto si se observan todos los valores de los tratamientos que lo - incluían en comparación con la dieta base ( $p < 0.01$ ). Todas las-

curvas de los tratamientos que llevan cempasúchil ascienden como un bloque más regularmente a medida que aumenta el nivel de cempasúchil. Con este antecedente se calculó el coeficiente de variación que es una medida en % de la variación de una población respecto a la media. Los valores encontrados fueron: 27.1, 31.7, 31.2 y 29.8 % para la dieta base, 0.125, 0.250 y 0.500% de cempasúchil, como puede observarse la dieta base fué la menos variable si se compara con los tratamientos que incluían niveles de cempasúchil. La variación de los valores del color de la yema de huevo de gallina Leghorn disminuye a medida que aumenta el nivel de cempasúchil en la dieta base.

A partir del 80 día de experimentación, las aves alimentadas con cempasúchil tuvieron una coloración de yema semejante, los valores del índice visual considerando días se mantienen en función lineal. Este comportamiento se analizó para lo cual primero se compararon los valores medios y después se calcularon las ecuaciones de regresión (Cuadro 7). Se comparó el valor medio de cada día con el valor medio del sobrante de días por ejemplo; el valor de día cero fué de 2.1, comparado con 9.3 que fué el promedio del día 1 al 20; el valor medio del primer día fué; 3.5 Vs 9.6 del día 2 al 20. La comparación se hizo así hasta no encontrar diferencia entre las medias siendo la comparación del 50 Vs 6-20 (10.1 Vs 10.3) prácticamente igual. También se desglosó el efecto significativo ( $p < 0.01$ ) debido a días y la comparación del 50 Vs 6-20 -

no fué diferente ( $p < 0.05$ ) como puede observarse en la Gráfica 4. Con esta información y los datos del índice visual promedio, ave-día del 1o. hasta el 5o día se calculó la ecuación de regresión. Para determinar el tiempo mínimo necesario para estabilizar el color de la yema de huevo. La ecuación de regresión para la serie de valores ascendentes es  $Y = 1.83 + 1.55 X$ . Agrupando los valores del Heiman-Carver a partir del 5o al 20. día se encontró la ecuación de la otra recta igual a  $Y = 10.253 - 0.000294 X$ . Resolviendo el sistema de ecuaciones simultáneo formado por la primera y segunda ecuación se encontraron los valores de X e Y para el punto de intersección de estas dos rectas. X tuvo un valor de 5.4, con un Heiman - Carver promedio ave-día de 10.2 (Gráfica 5).

Cuando se graficaron los valores del índice espectrofotométrico promedio en las ordenadas expresado en microgramos de beta -- caroteno por gramo de yema y los días en las abscisas (Gráfica 5), se observó un comportamiento semejante al ocurrido en el índice visual, es decir la distribución de los valores del índice espectro - fotométrico sugerían en ascenso y paralelismo con respecto al eje - de las "X". Comportamiento analizado en forma similar al índice vi - sual (Cuadro 7). Puede observarse que no se efectuaron valoracio - nes dentro de los periodos comprendidos entre los días 0-4, 7-11 y - 14-18. Cuando se compararon los promedios 23.8 con 23.5 correspon - dientes a los días 12o y del 13o al 19o no se encontró diferencia - ( $p < 0.05$ ). Fueron tomados los valores del 4o al 12o día para el-

cálculo de la ecuación de regresión (1). Para la ecuación (2), se incluyen los valores promedios a partir del 12o hasta el día 19o.- Las ecuaciones fueron (1)  $Y = 4 + 1.74 X$ ; y la ecuación (2),  $Y = 28.27 - 0.342 X$ . Al resolver el sistema de ecuaciones (1) y (2) se encontraron los valores de 11.6 y 24.18 para X e Y respectivamente. El valor de "X" calculado en ambos índices resultó ser mayor, 11.6, para el índice espectrofotométrico en comparación con 5.4 del índice visual. La estabilización de los pigmentos en la yema se alcanza entre el 5o y 6o día, si el color se valora visualmente mientras que si se estima espectrofotométricamente la estabilización se manifiesta hasta el 11o y el 12o día, más cerca del día 12o.

Los niveles de cempasúchil y sus efectos pigmentantes sobre la grasa abdominal y suero sanguíneo de gallinas Leghorn se observa en el Cuadro 8. El cempasúchil no incrementó el color de la grasa abdominal de gallina Leghorn en comparación con la grasa de las aves alimentadas con la dieta base. Tan solo se encontró efecto significativo debido a días (Gráfica 6); fenómeno también observado en los datos de suero sanguíneo ( $p < 0.05$ ) Gráfica 7.

El resumen de los datos promedio de 0 a 20 días de experimentación se encuentra expresado en el Cuadro 9. Las aves sometidas al tratamiento 1, dieta base, se mantuvieron con una intensidad de color de la yema de huevo menor que la de los tratamientos 2, 3 y 4 que incluyeron cempasúchil; tanto visual como espectrofo-

tométricamente ( $p < 0.01$ ). Los datos de consumo de alimento fueron analizados considerando en cada tratamiento los valores de los días 6, 13 y 20 días como repetición por carecer de repeticiones. Ya que el alimento se les dió a las 15 aves de cada tratamiento de un mismo recipiente. No hubo diferencia entre los datos de consumo de las aves con la dieta testigo y los niveles de cempasúchil. La producción de huevo de las aves no fué afectada por la adición de cempasúchil a la dieta base ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, es interesante enfatizar que dentro de los tratamientos con cempasúchil correspondieron los valores de producción y consumo más bajo (94.6 y 57.4) al nivel de cempasúchil más bajo. El valor nutricional del alimento en aves de Leghorn, medido por la relación producción sobre consumo, aun cuando no se analizó estadísticamente, refleja un mínimo valor para el tratamiento 2 (0.61) y un máximo (0.70) para la dieta base.

En las gallinas Leghorn y Australorp, al suministrarles 0.250% de cempasúchil en la dieta, se observó en los datos promedio de 0 a 20 días, una mayor pigmentación en las gallinas Australorp al comparar los índices visuales (Cuadro 10). La pigmentación de la yema tanto de gallinas Leghorn como Australorp, fué superior al color de la yema de las gallinas que consumieron la dieta base (Gráfica 8). El índice visual en ambas razas asciende en igual manera para posteriormente separarse a partir del 70. día y mantenerse las gallinas Australorp arriba de las Leghorn. El índice espectrofotométrico de color de la yema, grasa y suero fueron -

iguales ( $p < 0.05$ ). Al analizar los datos de producción de huevo y consumo de alimento pudo observarse un efecto significativo -- ( $p < 0.01$ ) debido al tratamiento con gallinas Leghorn blanca, los valores de estos dos parámetros 66.3 y 99.0 fueron mayores que -- 38.4 y 77.5. Las gallinas Australorp negras tuvieron una menor eficacia que las gallinas Leghorn blanca (0.50, 0.68).

Los datos de la pigmentación lograda en aves Leghorn blanca y Australorp, sometidas a un período de 170 días de alimentación con niveles de cempasúchil en la dieta, se encuentran expresadas en el Cuadro 11. A medida que se incrementa el nivel de cempasúchil en la dieta, se incrementó también la pigmentación de la yema de huevo tanto visual como espectrofotométricamente, ( $p < 0.01$ ). Tan solo a un período prolongado de tiempo pudo observarse efecto pigmentante del cempasúchil sobre el suero sanguíneo de gallina Leghorn ( $p < 0.01$ ). Los tratamientos no afectaron el color de la grasa, producción de huevo ni consumo de alimento. Los valores de la eficacia del alimento no fueron analizados estadísticamente, pero puede observarse un mayor valor con la dieta base. Al comparar los parámetros estimativos del experimento, de gallinas Leghorn y Australorp consumiendo 0.25% de cempasúchil en la dieta no se observó diferencia entre estas dos razas de aves en cuanto a pigmentación de yema, grasa y suero se refiere. Solo hubo diferencia en producción y consumo de alimento ( $p < 0.01$ ); teniendo la eficacia del alimento un valor menor en las gallinas Australorp (0.41) comparado con 0.55 de las Leghorn.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos al finalizar los 170 días de experimentación, se resumen a continuación algunas conclusiones:

- 1.- La intensidad de color amarillo-naranja de la harina de cempasúchil, puede ser una guía valorativa directa de su contenido en pigmentos carotanoides. Ya que al aumentar la in - tensidad del color naranja aumenta también la cantidad de - pigmentos expresados como microgramos de  $\beta$ -caroteno/g de ha rina. La tonalidad amarilla no tiene ninguna perspectiva pa ra ser usada como agente pigmentante en aves.
- 2.- Dentro de los valores superiores del visual en yema, los ín dices visual y espectrofotométrico estan relacionados casi - linealmente. La valoración del color en el comercio se ha - ce visualmente pero bajo la consideración anterior puede -- ser relacionada con el contenido real de pigmentos carote - noides. Con un mayor número de observaciones visual espec - trofotométricas en los índices Heiman-Carver de valor medio e inferiores, sería conveniente observar si existe tal re - lación.
- 3.- La mayoría de las raciones básicas empleadas en estudios de pigmentos incluyen harina de alfalfa, maíz amarillo u otro - ingrediente que contenga pigmentos, enmascarando el efecto real del material por estudiar; mientras que la ración a ba se de maíz cacahuazintle empobrece o agota el contenido de-

pigmentos en el ave sin alterar su productividad.

- 4.- La adición de 0.250% de cempasúchil a la dieta base (28.5 mg de xantofilas/Kg de alimento expresadas como  $\beta$ -caroteno) produce un color de yema con aceptabilidad comercial.
- 5.- El nivel de 0.500% de cempasúchil (equivalente a 57.0 mg de xantofilas/Kg de alimento expresadas como  $\beta$ -caroteno), puede ser incluido en la dieta para obtener en la coloración un incremento uniforme, durante los días de restauración de color, después de un período crítico despigmentario de las aves por enfermedad o un pobre aprovechamiento de fuentes pigmentantes.
- 6.- En observación visual ó espectrofotométrica, cuando el ave ha pasado por un período de bajo consumo en pigmentos se necesita 5 ó 12 días de ingestión de pigmentos para que se logre la estabilización del color en la yema. Ahora bien, si la estimación del color se hace visualmente, como suele acontecer en el comercio, el tiempo mínimo de estabilización es de 5 días. Mientras que en estimación real de los pigmentos como es el índice espectrofotométrico, el ave requiere un tiempo de 12 días.
- 7.- Dentro de un período corto de experimentación, no se encontró relación alguna entre el color del suero y grasa abdominal de las gallinas con el contenido de pigmentos en la dieta. Debido probablemente al número de muestras tan reducido.

Ya que a un período de 170 días sí la hubo en cuanto a suero se refiere. La no relación en grasa puede reflejar que el nivel máximo de cempasúchil en la dieta (0.500%) es insuficiente para incrementar las reservas pigmentarias.

- 8).- Con el nivel máximo de cempasúchil empleado en la ración -- (0.500%), no se llegó a una saturación de pigmentos en las aves.
- 9).- Con los niveles de cempasúchil usados no se observó ningún efecto detrimental en las aves que los consumieron.
- 10).- Los pigmentos del cempasúchil, fueron igualmente aprovechados por las gallinas Leghorn blancas y Australorp negras -- (piel blanca).
- 11).- La mayoría de los experimentos realizados sobre pigmentos - tienen una duración de tiempo corto, así que un período amplio de 170 días puede ser también empleado con iguales resultados.

**BIBLIOGRAFIA**

BIBLIOGRAFIA

- Association of official Agricultural Chemists. (1960) Official Methods of Analysis. Ninth edition.
- Bird, H.R. (1943). Poultry Sci. 22:205.
- Blessim, W., and Dimler, R.J. (1961). Feedstuffs 33: (17), 73.
- Behm, B.B., Thompson, C.H., and Carrick, C.W. (1945). Poultry - Sci. 4: 356.
- Brambila, S., J.A. Pino y Carmen Mendoza. (1960-1961). Datos -- sin publicar.
- Brambila, S., J.A. Pino, and C. Mendoza (1963). Poultry Sci. -- 42: 294.
- Bunnell, R.H. and Bauernfeind, J.C. (1962). Poultry Sci. 41: -- 1109.
- Cuca Manuel, John A. Pino y Carmen Mendoza (1963). Tec. Pec. en México. 2:39.
- Goodwin, T.W. (1954). Carotenoids, their comparative biochemistry. Chem. Publ. Co. Inc., New York.
- Karrer, P., and Jucker, E. (1950). Carotenoids. Elsevier Publ. Co., New York.
- Loma José Luis de la (1955). Experimentación Agrícola. U.T.E.A. México.
- Mendoza, C. de Flores y J.A. Pino. (1964). Tec. Pec. en México. 3:20.
- Mendoza, C. de Flores y J.A. Pino (1963 - 1964). Datos sin publicar.
- Snedecor, George W. (1956). Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Compañía editorial Continental, S. A. México.

A P E N D I C E

APENDICE BIBLIOGRAFICO

Los artículos que a continuación se enlistan por orden alfabético del nombre del autor fueron tomados de las revistas:

a) World's Poultry Science Journal

Vol. 16 (1960) No. 4 - Vol. 22 (1966) No. 3

b) Poltry Science

Vol. 38 (1959) No. 6 - Vol. 45 (1966) No. 4

Anjaneyalu, Y.V., A.A. Kurnick and B.L. Reid, 1963. Ethoxyquin - -  
and egg yolk pigmentation. Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.  
113 (2) 275.

Anjaneyalu, Y.V., 1962. Xanthophylls, distribution and metabolism-  
in avian egg. Ph. D. Dissertation, University of Arizona.

Ashton, H.E., and D.A. Fletcher, 1962. Development and use of co-  
lor standards egg yolks. Poultry Sci. 41 (6) : 1903-1909.

Aparicio Macario, Juan Bta., 1960. The colour of the skin in chi-  
ckens of cornica production. Arch. Zootecnia, 9 (35) :  
278 - 291.

Beane, W. L., P. B. Siegel and H. S. Siegel, 1965. Piperazine com-  
pounds and yolk discoloration. Poultry Sci. 44 (3)  
: 666 - 669.

Berg, L.K., L. H. Merrill and G. F. Bearse, 1963. A case history-  
of abnormal yolk pigmentation. Poultry Sci. 42 (2)  
: 492 - 499.

- Brambila, S., J.A. Pino and C. Mendoza, 1963. Studies with a natural source of xanthophylls for the pigmentation of egg yolks and skin of poultry. Poultry Sci. 42 (2) : 294-301.
- Bunnell, R.H., W. L. Marusick and J.C. Bauernfeind, 1962.  $\beta$ -apo-8' Carotenol as an egg yolk pigmenter. Poultry Sci. 41 (4) : 1109 - 1115.
- Carlson, C. W., 1961. Alfalfa meal and the color of the egg yolk. Cienc. Vet. 6 (3) : 144-146.
- Carlson, C. W., A. W. Halverson and G. O. Kohler, 1964. Some effects of dietary pigmenters on egg yolks and mayonnaise. Poultry Sci. 43 (3): 654-663.
- Ciclo, A. B., 1963. The effect of Arzene on the growth, pigmentation and feed efficiency of white Leghorn chicks. Thesis (Diliman, Rizal, Coll. Vet. Med. U. Philippines).
- Classen, L.J., Frankpagoria and J.C. Fritz, 1965. Factors affecting pigmentation of broilers. Federation Proceedings, 24 : 2, part 1.
- De Groote, G., and N. Reyntens, 1962. Improvement of yolk color through the feed of the laying hen. Publ. No. 4 of the Poultry Exp. Station, Grode, Belgium.
- De Groote, G., 1962. Comparative yolk pigmentation values of existing and some new carotenoid sources and synthetic carotenoids. Publ. No. 7 of the Poultry Exp. Station, Gontrode, Belgium.

- De Groote, G., 1966. The relative value of yellow corn, alfalfa -- meals, corn gluten meal (42%), carophyll (10%) and Brasilian corn gluten meal (60%) as egg yolk pigmenters. Landbouovtjidschrift 19 (1).
- Decthardt, D.E., L.M. Burril and C.W. Carlson, 1965. Relationship of egg yolk color to the quality of spongs cakes. Food - Tech. 19 (1) 73.
- Decthardt, D.E., L.M. Burril and C.W. Carlson, 1965. Quality of -- spongs cakes made with egg yolks of varying color produ--ced by different feed additives. Food Tech. 19 (1) 75.
- Douglas, C.R., E.A. Davis, O.E. Goff and J.K. Bletner, 1964. Pig--mentation of baby chicks as affected by the level of -- xanthophyll in the breeder hen diet. Poultry Sci. 43 (5): 1314.
- Dua, A.P.N. and E.J. Day, 1964. Effect of high dietary vitamin A - levels on the utilization of carotenoids by broilers. -- Poultry Sci. 43 (6): 1511-1515.
- Dua, A.P.N., A.C. Tipon and Elbert J. Day, 1965. Utilization of ca--rotenoids in chicks fed different levels of vitamin A. - Poultry Sci. 44 (5): 1365-1366.
- Ganguly, J., S. Krishnamurthy and S. Mahadivan, 1959. The transport of carotenoids Vitamin A and Cholesterol across the intestine of rats and chickens. Biochem J., 71: 756-762.
- Griminger, P., and H. Fisher, 1960. A pigmentation enhancing effect of 2-methyl-1, 4-naphthoquinone in growing chickens. Pou-

- try Sci. 39 (3): 706-707.
- Hall, G. M., P.W. Waldroup, J.L. Fry, C.B. Ammerman and R.H. Harms, 1966. A comparison of the pigmenting value of alfalfa meals differing in protein and xanthophyll content. Poultry Sci. 45 (3): 639-642.
- Hartfiel, W. and H. Schulze-Mesing, 1963. Method for quick measuring of yolk colour of hen eggs. Arch. F. Geflügelkunde. 27 (4): 318.
- Henderson, E.W., 1960. The inheritance of shank colour in a jungle fowl silver cornish cross. Poultry Sci. 39 (1): 53-56.
- Jakbfli, M., 1962. Influence of feeding paprika on color and vitamin A content of hen yolk. Allalt enyészetes 11 (1): 85-88.
- Jensen, A., 1963. The effect of seaweed carotenoids on egg yolk coloration. Poultry Sci. 42 (4): 912-1916.
- Kingan, J.B. and T.W. Sullivan, 1964. Effect of high levels of alfalfa meal on egg production, yolk color, fertility and hatchability. Poultry Sci. 43 (5): 1205-1210.
- Kivimäe, A., V. Hellström and B. Adalberth, 1965. The influence of natural and synthetic carotenoids on the color and vitamin A content of egg yolks. Archiv. F. Geflügelkunde 29 (1): 26.
- Lohle, K., and Bultchereit, 1959. Measuring yolk color of fowl eggs by a spherical refractometer. Tierzucht 13: 321-323.

- Mackay, E., G.J. Mountney and E.C. Naber, 1963. Yolk color resulting from different levels of paprika extract in the ration. Poultry Sci. 42 (1): 32-37.
- Madiedo, G., E.F. Rieter and M.L. Sunde, 1964. A comparison between chemical determination for xanthophylls and yolk pigmentation scores for yellow corn, alfalfa, algae, lake weed and marigold petals. Poultry Sci. 43 (4): 990-994.
- Madiedo, Gonzalo and M.L. Sunde, 1964. The effect of Algae, dried lake weed, alfalfa and ethoxyquin on Yolk color. poultry Sci. 43 (4): 1056-1061.
- Mainardi, Bruno and Antonio Zelioli, 1958. On the subject of pigmentation of the skin and tarsi in fowls. Zootec. e Vet. 13 (9): 340-343.
- Marusich, W. E. de Ritter, and J.C. Bauernfeind, 1960. Evaluation of carotenoid pigments for coloring egg yolks. Poultry Sci., 39 (6): 1338-1345.
- Muriel, M., 1964 Technical and economic solution of broilers and egg yolk pigmentation. Av. Alim y Mej. Animal. 5: 437.
- Nakaue, H.S., A.A. Kurnick, B. J. Hulet and B.L. Reid, 1966. Effect of ethoxyquin on carotenoid stability and utilization. Poultry Sci. 45 (3): 478-483.
- Nelson, T.S., 1966. Feed pigments Poultry Sci. 45 (4): 747-753.
- Plack, P.A., 1963. Effect of high doses of vitamin A palmitate on vitamin A Aldehyde, esters and alcohol and carotenoid --

- contents of hens eggs. Brit. J. Nutr. 17 (2): 235.
- Poppe, S., H. Moldenhauer and H. Meier, 1964. The influence of purified and synthetic carotinoids on the yolk color of -- hen eggs. Archiv. F. Geflügelzucht u. Kleintierkunde 13- (4/5) 251.
- Poppe, S., 1964. The influence of different feed ingredients on -- the yolk color of hen's eggs. Tierzucht 18 (10): 552.
- Ratchiff, Robert G., Elbert J. Day, and James, E. Hill, 1961. Comparison of two antioxidants and two sources xanthophyll in a pigmentation study with broilers. Poultry Sci. 40 - (3): 716-720.
- Ratchiff, Robert G., Elbert J. Day, Clarence O. Grogan and James E. Hill, 1962. Sources of xanthophyll for pigmentation - in broilers. Poultry Sci. 41 (5): 1529-1533.
- Rauch, W. 1965, Objective method to estimate the shank color of - - hens and the influence of carotenoids in the feed. Archiv. f. Geflügelkunde 29 (1): 1.
- Rauch, W., 1965. The influence of different kinds of corn with and without the addition of grass meal on the yolk color. - Arch. Feflügelkunde 29 (2): 152.
- Runnels, T. D., C. M. Ely, 1965. The relative effect of ethoxyquin VS BHT on broiler performance and pigmentation. Poultry- Sci. 44 (5): 1410.
- Seerhakov, E.V., 1960. Simplified method of estimating carotenoids in egg. Ptseevodstvo No. 2, 26.

- Scholtyssek, S., R. Kirsammer, E. Hanser and B. Kurmann, 1965. Contribution to the question of yolk color. Arch. Geflügelkunde 29 (3): 249.
- Scholtyssek, S., and U. Bohm, 1962. About the determination of yolk color of chicken eggs. Kraft futter 45: 69-71.
- Smetana, P., 1961. Feeding for egg yolk color. Jour. Agric (Western Australia) 2 (7): 559-562.
- Smetana, P., 1965. The cost of achieving egg yolk color. J. Agric. 6 (3): 178.
- Soliman, M.K., 1964. The use of "carophyll" 10 for egg pigmentation in Egypt. Zentrall. f. Veterinarmed. 11 (6): 517.
- Steinegger, P., and G. Zanetti, 1959. Effects of different carotenoids added to the diet of laying hens on yolk color. Arch. Geflügelk., 23, 166-173.
- Sullivan, Thomas W., and Kendrick A. Holleman, 1962. Effect of alfalfa meal, corn gluten meal and other dietary components on egg yolk color. Poultry Sci. 41 (5): 1474-1478.
- Sullivan, T.W., 1965. Availability of xanthophyll from ten different sources for egg yolk pigmentation. Poultry Sci. 44 (5): 1418.
- Sunde, M.L., 1962. The effect of different levels of vitamin A,  $\beta$ -apo 8' carotenal and alfalfa on yolk color. Poultry Sci. 41 (2): 532-541.
- Tarrer, F. R., Jr., 1961. The influence of yolk color intensity upon yolk shadow values, albumen quality and yolk color-

- index-deposition and color intensity of abdominal fat of -  
pullet carcasses. Poultry Sci. 40 (4): 987-991.
- Völker, L. and R.P. Bürke, 1964. Influence on the yolk color by various xantophyll carriers in the feed of laying hens. Züchungskunde 36 (3): 121.
- Williams, W.P., 1960. A study of factors influencing the utilization of carotenoid pigments by poultry. Ph. D. Dissertation, Texas A & M College.
- Williams, W.P., R.E. Davies, and J.R. Couch, 1963. The utilization of carotenoids by the hen and chick. Poultry Sci. 42 (3): 691-699.
- Zervas, N.P. W.M. Collins and W.C. Skoglund, 1962. Genetic variation and covariation in yellow shank pigmentation intensity and 8 week body weight of chickens. Poultry Sci. 41 (4): 1247-1254.

D I A G R A M A

Norte

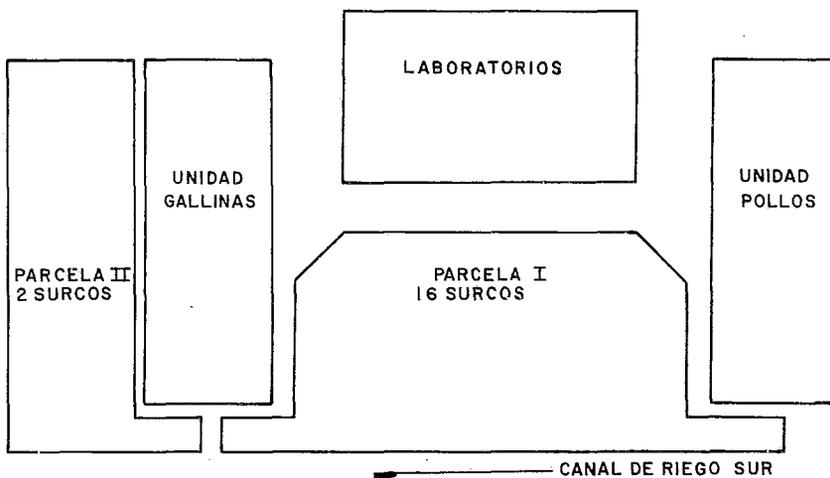


DIAGRAMA 1

C U A D R O S

CUADRO 1.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LA DIETA BASE †/ CUYO CONTENIDO EN PIGMENTOS ES BAJO, PROPORCIONADA A LOS LOTES EXPERIMENTALES DURANTE LOS PERIODOS PRE Y TRATAMIENTO

I n g r e d i e n t e s	%
Maíz cacahuazintle	73.5
Pasta de ajonjolí (41.0%) (a)	10.0
Pasta de soya (50.0%)	4.5
Harina de pescado (65.0%)	2.0
Harina de carne (55.0%)	2.0
Roca fosfórica	2.5
Concha molida	4.5
Concha triturada	0.5
Sal	0.5
Mezcla de vitaminas + penicilina (b)	+
Mezcla de minerales traza CCC (c)	+
	<u>100.0</u>

†/ Brambila et al (1961-1963).

(a) Contenido promedio de proteína cruda.

(b) Cantidad en g/100 kg de dieta: Vitamina A (25,000 U.I.) 30.00; Vitamina D<sub>3</sub> (150,000 U.I.P.) 0.60; Vitamina E (44,092 U.I.) -- 4.96; Vitamina B<sub>12</sub> (44 mg/kg) 20.00; Riboflavina (35.2 g/kg) -- 5.71; Niacina, 0.60; Pantótenato de calcio, 0.50; Penicilina, 10.00.

(c) De la Comercial Reka, S.A. conteniendo en p.p.m.: Magnesio, -- 61.00; Yodo, 1.90; Zinc, 3.35; Calcio, 46.00; Cobalto, 1.30; Hierro, 48.00; Cobre, 3.65.

CUADRO 2.

INDICACION CRONOLOGICA DEL MUESTREO DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

E s t i m a c i ó n	Días de experimentación																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	170	
Record de postura																							X
Peso Alimento	X (a)						X							X								X	X
Pigmentos en yema individual							X	X						X	X								X
Pigmentos en yema por grupo					X	X						X	X						X	X			
Pigmentos en grasa visceral	X						X							X								X	X
Pigmentos en suero sanguíneo	X						X							X								X	X

(a) Día de toma de muestra.

CUADRO 3.

ESTIMACION VISUAL Y DETERMINACION CUANTITATIVA DEL COLOR  
DE HARINA DE CEMPASUCHIL.

	C o l o r			
	N a r a n j a			A m a r i l l o
	Intenso	Medio	Claro	
	mg beta-caroteno/g harina			
	11.8 (a)	8.6	7.8	2.6
	11.4	8.4	7.5	2.0
	11.2	8.3	6.6	1.9
	9.4	8.3	---	---
	9.4	8.1	---	---
Promedio	10.6	8.4	7.3	2.2
Variación	11.88-9.34	8.38-7.75	7.88- 6.38	2.56-1.87

(a) Promedio de dos repeticiones/muestra.

CUADRO 4.

ANALISIS PROXIMO E INTENSIDAD DE COLOR DE LA  
HARINA DE CEMPASUCHIL EMPLEADA EN EL EXPERIMENTO

D e t e r m i n a c i ó n	%
Humedad	9.2
Materia mineral (cenizas)	5.4
Proteína cruda (nitrógeno x 6.25)	8.9
Extracto etéreo <sup>1</sup> .	7.5
Fibra cruda	10.7
Extracto libre de nitrógeno	58.3
Color (mg beta-caroteno/100 g)	1137.5

CUADRO 5.

CORRESPONDENCIA DEL INDICE VISUAL AL ESPECTROFOTOMETRICO  
DATOS PROMEDIO DEL 6°- 14°DIA DE EXPERIMENTACION

Indices de color de la yema		
Visual	Espectrofotométrico	No. de muestras analizadas
Heiman-Carver	$\mu\text{g}$ beta-caroteno/100 g yema (a)	
2	0.9	5
3	1.0	15
4	1.6	16
9	9.2	2
10	9.4	6
11	11.6	22
12	17.6	18
13	22.2	24
14	24.3	25
15	31.3	23
16	44.8	22
17	51.4	9

(a) Valoración de pigmentos en yema individual.

CUADRO 6.

RESUMEN DE LA VALORACION ESPECTROFOTOMETRICA DEL COLOR DE LA YEMA EN EL TRANCURSO DE 20 DIAS DE EXPERIMENTACION

Dias de experimentación	Niveles de cempasúchil %				Promedio
	0.0	0.125	0.250	0.500	
	µg. beta-caroteno/g yema				
4 g <sup>a/</sup>	0.9	4.5	7.1	15.1	6.9
5 g	1.3	7.7	14.5	26.4	12.5
6 i <sup>b/</sup>	0.9	8.0	18.3	37.6	18.4
7 i	0.9	10.3	21.2	38.5	18.3
11 g	0.8	13.4	27.1	47.8	22.3
12 g	0.7	16.3	26.2	52.0	23.8
13 i	2.0	16.3	25.8	44.9	24.0
14 i	1.2	15.1	25.7	48.1	23.7
18 g	5.4	17.8	31.3	36.4	22.7
19 g	4.5	18.9	27.5	33.7	21.2
Prom.4-19	1.5	13.0	22.6	41.5	

a/ Promedio de 2 determinaciones en grupo de 5 yemas por tratamiento (valoración en grupo)

b/ Promedio de un número variable de muestras dependientes del número de huevos puestos/tratamiento (Valoración individual)

CUADRO 7.

COMPARACION DENTRO DE DIAS  
DATOS PROMEDIO 0-20 DIAS

Indice Visual				Indice Espectrofotométrico			
Comparación		Medias		Comparación		Medias	
0 VS	1-20	2.1 VS	9.3	4 VS	5-19	6.9 VS	21.04
1 VS	2-20	3.5 VS	9.6	5 VS	6-19	12.5 VS	21.39
2 VS	3-20	4.4 VS	9.6	6 VS	7-19	18.4 VS	22.18
3 VS	4-20	6.6 VS	9.9	7 VS	11-19	18.3 VS	23.56
4 VS	5-20	7.5 VS	10.1	11 VS	12-19	22.3 VS	23.56
5 VS	6-20	10.1 VS	10.3	12 VS	13-19	23.8 VS	23.54
6 VS	7-20	10.8 VS	10.3				

CUADRO 8.

NIVELES DE CEMPASUCHIL Y SUS EFECTOS PIGMENTANTES  
SOBRE LA GRASA ABDOMINAL Y SUERO SANGUINEO DE GALLINAS  
LEGHORN

T r a t a m i e n t o	µg Beta-caroteno/100 g. ó ml. (a)	
	Grasa abdominal	Suero sanguíneo
1. Dieta base	94	258
2. Como 1 + 0.125% de cempasúchil	113	368
3. Como 1 + 0.250% de cempasúchil	127	319
4. Como 1 + 0.500% de cempasúchil	99	326

(a) Datos promedio de 6 ó 12 muestras de grasa y suero respectivamente por tratamiento.

CUADRO 9.

RESUMEN DE LA PIGMENTACION DE LA YEMA, PRODUCCION DE HUEVO, CONSUMO Y EFICACIA DEL ALIMENTO DE PONEDORAS LEGHORN BLANCA ALIMENTADAS CON DIFERENTES NIVELES DE CEMPASU CHIL EN LA DIETA. DATOS PROMEDIO DE 0-20 DIAS DE EXPERIMENTACION

T r a t a m i e n t o	I. Visual (a) Heiman-Carver	I. Espectrofotomé- trico $\mu\text{g}$ beta-car $\alpha$ - teno/100 g yema	Producción(c) de huevo, %	Consumo de ali- mento, g	Producción consumo
1. Dieta base	2.7	150	67.3	97.2	0.70
2. Como 1 + 0.125% de cempasúchil	8.8	1300	57.4	94.6	0.61
3. Como 1 + 0.250% de cempasúchil	11.1	2260	66.3	99.0	0.68
4. Como 1 + 0.500% de cempasúchil	13.3	4150	70.1	104.4	0.68

(a) Determinado en todos los huevos ovopositados, 819 muestras.

(b) Promedio de las valoraciones por grupos e individuales.

(c) Producción promedio/ave/día; valor inicial 66.7%.

CUADRO 10.

GRADO DE PIGMENTACION, PRODUCCION, CONSUMO Y EFICACIA DEL ALIMENTO DE GALLINAS  
LEGHORN Y AUSTRALORP AL SUMINISTRARLES 0.250% DE CEMPASUCHIL EN LA DIETA  
DATOS PROMEDIO 0-20 DIAS

	<u>I. Visual<sup>a/</sup></u>	<u>I. Espectrofotométrico</u>			Producción <sup>e/</sup> huevo, %	Consumo alimen- to g.	Produc- ción Consumo
	Unidades Heiman-Carver	Yema g. <sup>b/</sup>	grasa g. <sup>c/</sup>	suero ml <sup>d/</sup>			
Leghorn Blanca	11.1	2260.0	127.0	319.0	66.3	99.0	0.68
Australorp Negra (piel blanca)	12.0	2470.0	170.0	325.0	38.4	77.5	0.50

a/ Estimación de 337 yemas.

b/ Promedio de las valoraciones individuales y grupos de 5 yemas/tratamiento.

c/ 6 muestras/tratamiento.

d/ 12 muestras/tratamiento.

e/ Tanto producción como consumo, datos promedio ave-día.

CUADRO 11.

INTENSIDAD DE PIGMENTACION EN AVES LEGHORN BLANCA Y AUSTRALORP SOMETIDAS A UN PERIODO DE 170 DIAS DE ALIMENTACION CON NIVELES DE CEMPASUCHIL EN LA DIETA.

Parámetros	0.0 <sup>a/</sup>	Nivel de cempasuchil%			
		0.125	0.250	0.500	0.250
		Gallinas Leghorn Blanca		Australorp negra	
I. visual yema <sup>b/</sup>	2.5	9.0	13.0	15.0	13.3
I. E. yema g. c/	82.0	993.0	2760.0	3940.0	2151.0
I.E. grasa g.	163.0	172.0	315.0	280.0	267.0
I.E. suero ml.	68.0	331.0	366.0	510.0	273.0
Producción huevo <sup>d/</sup> %	58.6	53.1	54.8	52.1	35.0
Consumo alimento g.	98.4	102.6	99.9	100.2	85.4
Producción/consumo	0.60	0.52	0.55	0.52	0.41

a/ Dieta base.

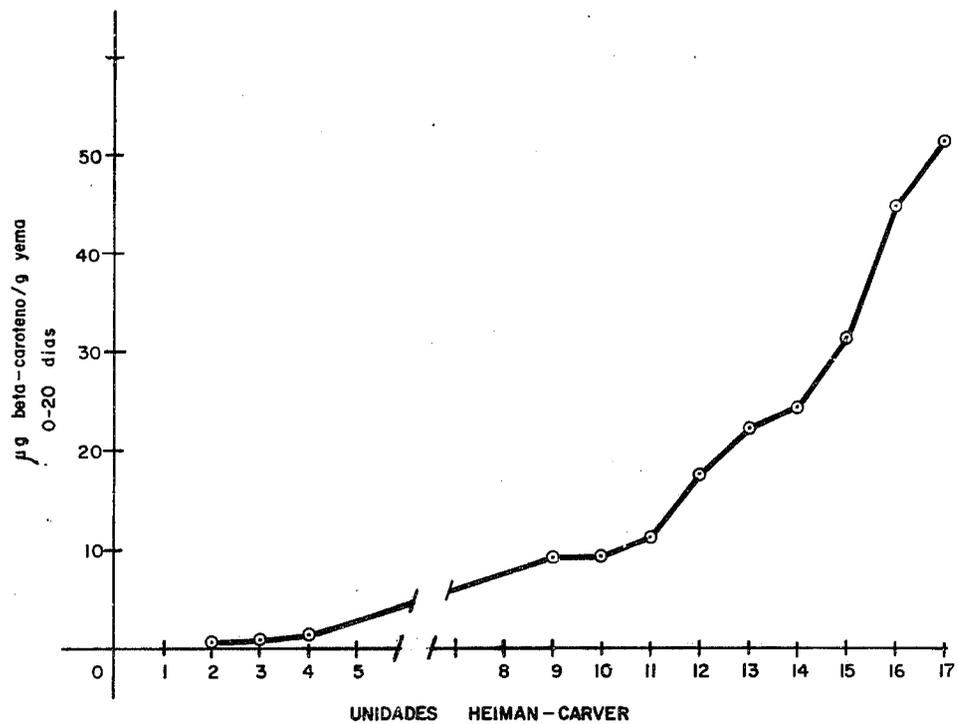
b/ Unidades Heiman-Carver.

c/ Indices espectrofotométricos, microgramos beta-caroteno/100 de muestra:

d/ Datos promedio ave-día.

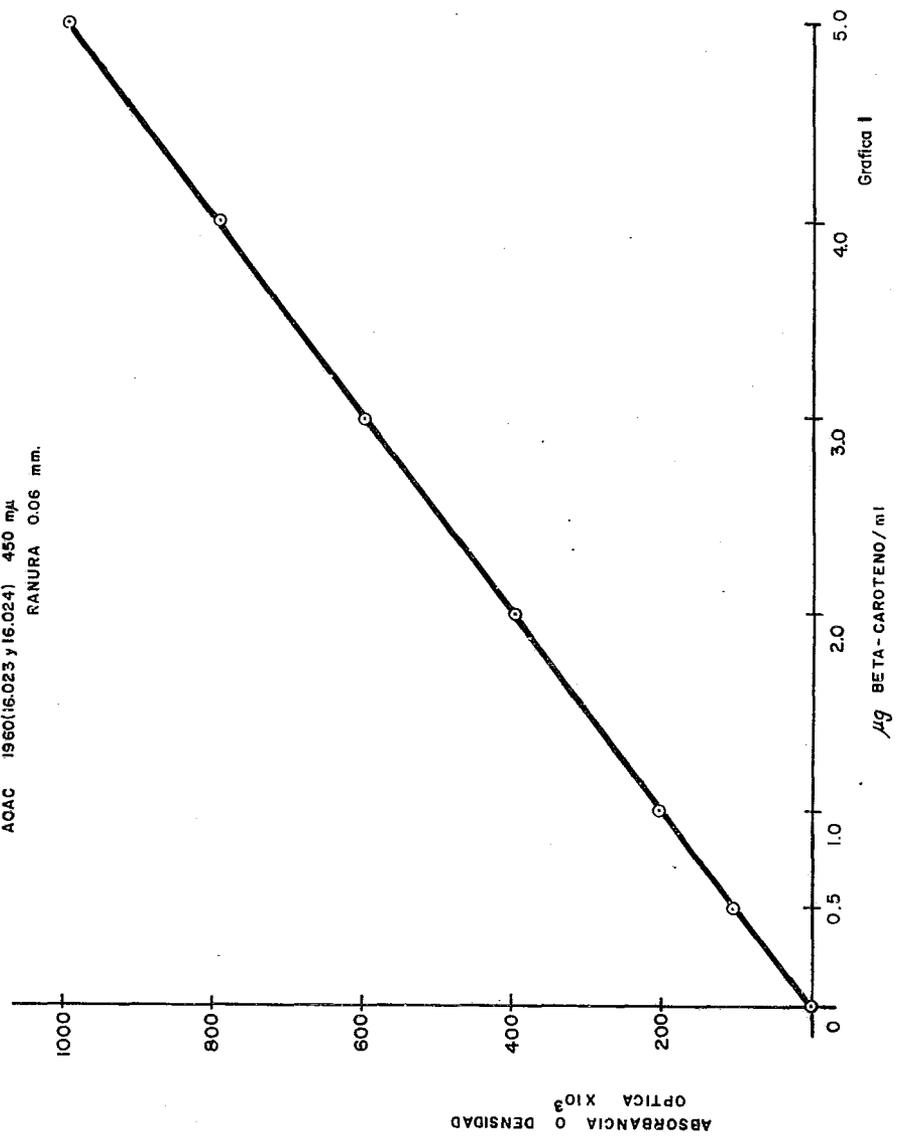
GRAFICAS

RELACION ENTRE LAS ESTIMACIONES VISUAL Y ESPECTOFOTOMETRICA DEL COLOR DE YEMA



Grafica 2

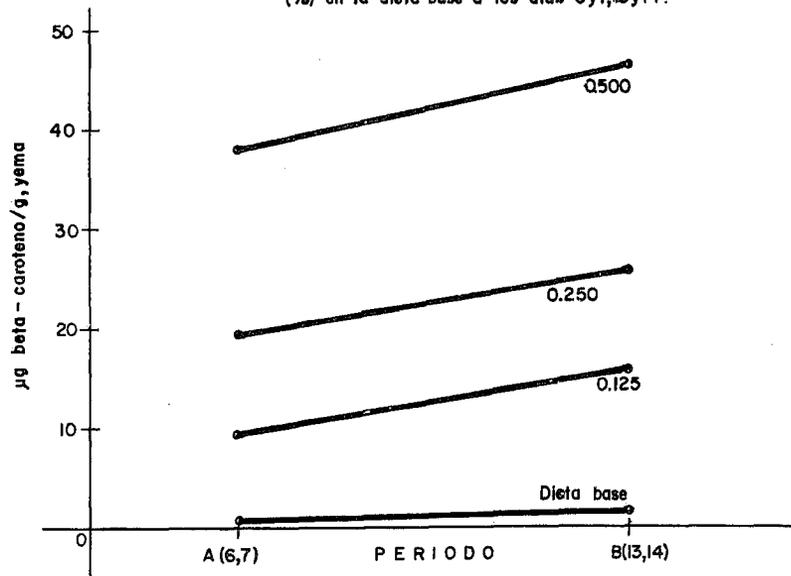
CURVA ESTANDAR O TIPO DE ALFA-BETACAROTENO  
AOAC 1960(16.023 y 16.024) 450 m $\mu$   
RANURA 0.06 mm.



Gráfica I

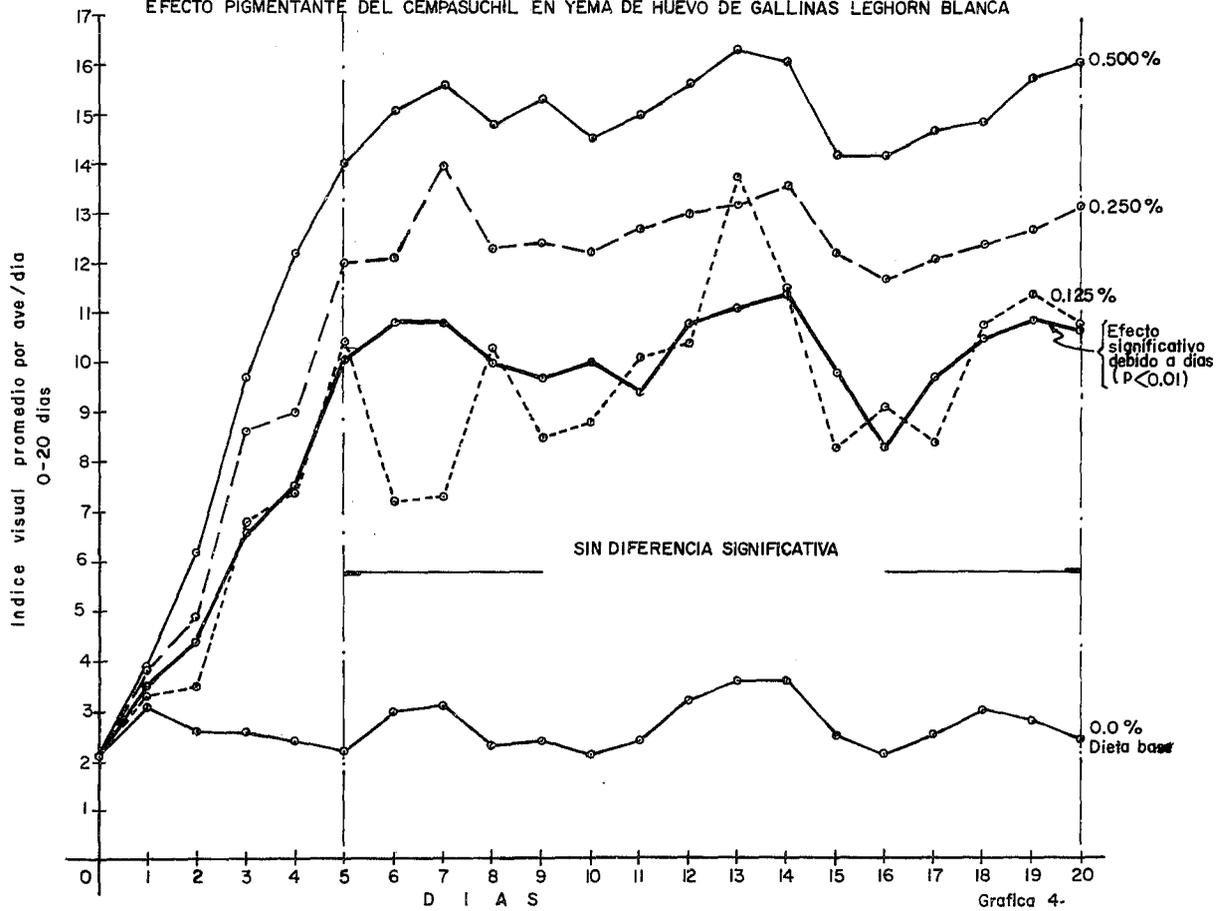
VALORACION INDIVIDUAL DEL COLOR DE LA YEMA DE HUEVO DE  
GALLINAS LEGHORN

Representación gráfica de los valores promedio para cada nivel de campasúchil  
(%) en la dieta base a los días 6y7, 13y14.



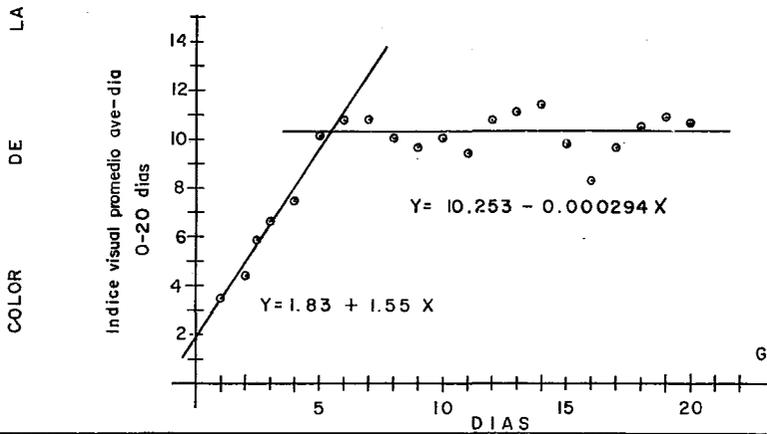
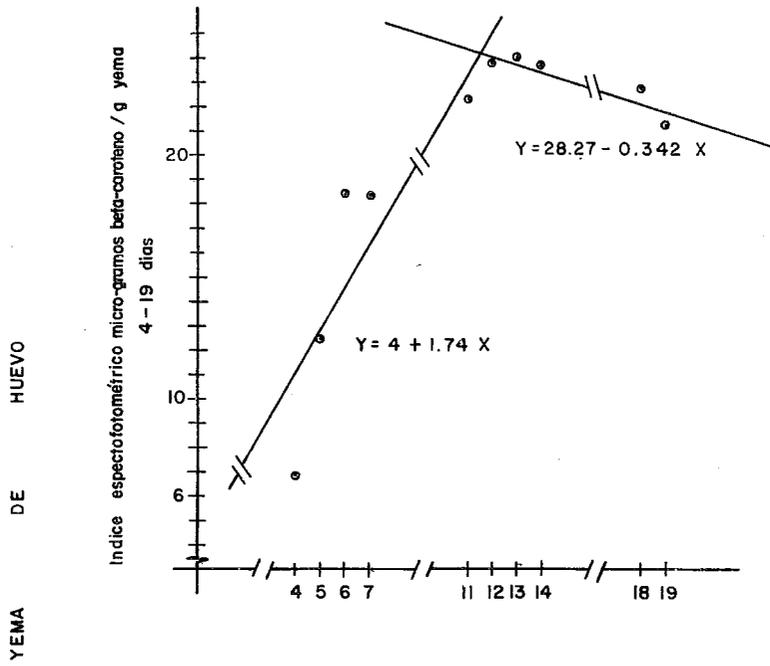
Gráfica 3

EFFECTO PIGMENTANTE DEL CEMPASUCHIL EN YEMA DE HUEVO DE GALLINAS LEGHORN BLANCA



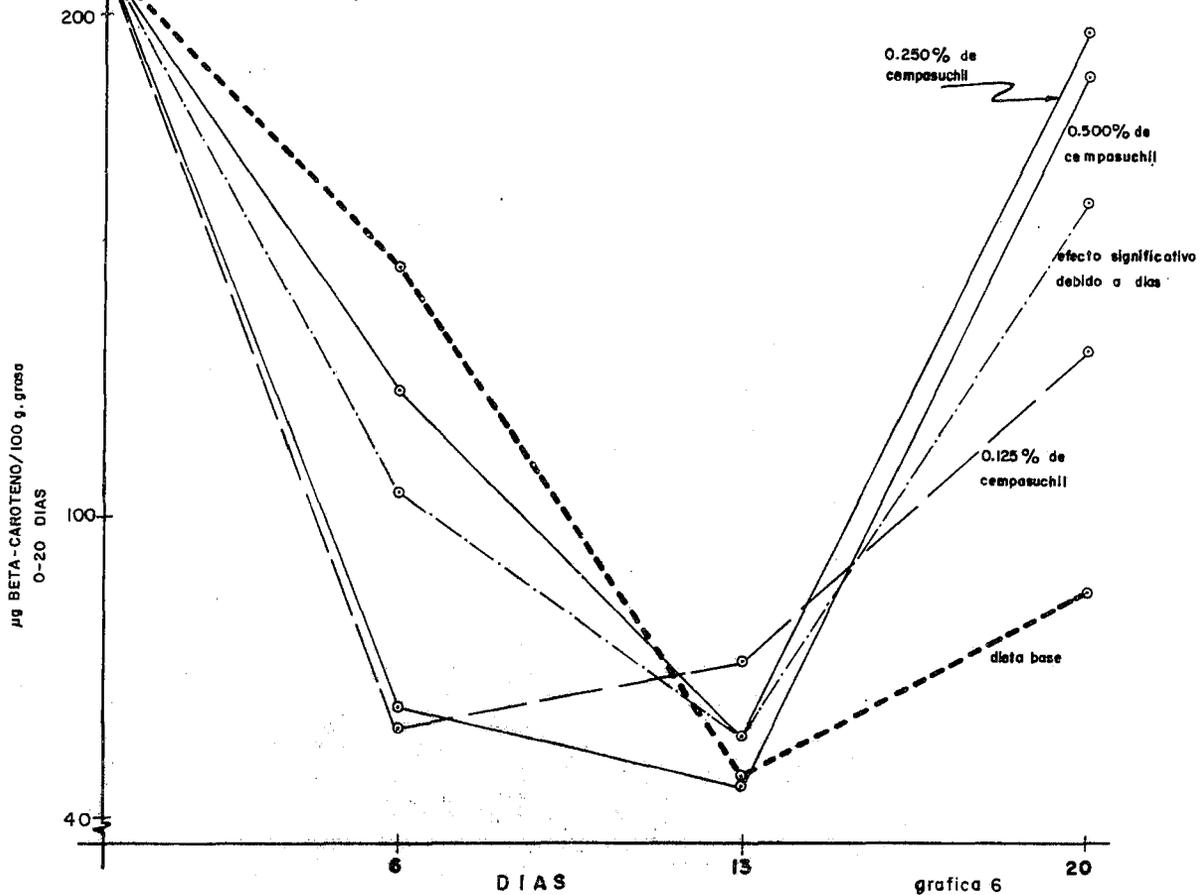
Grafica 4-

TIEMPO REQUERIDO PARA ESTABILIZAR EL COLOR DE LA YEMA EN GALLINAS LEGHORN

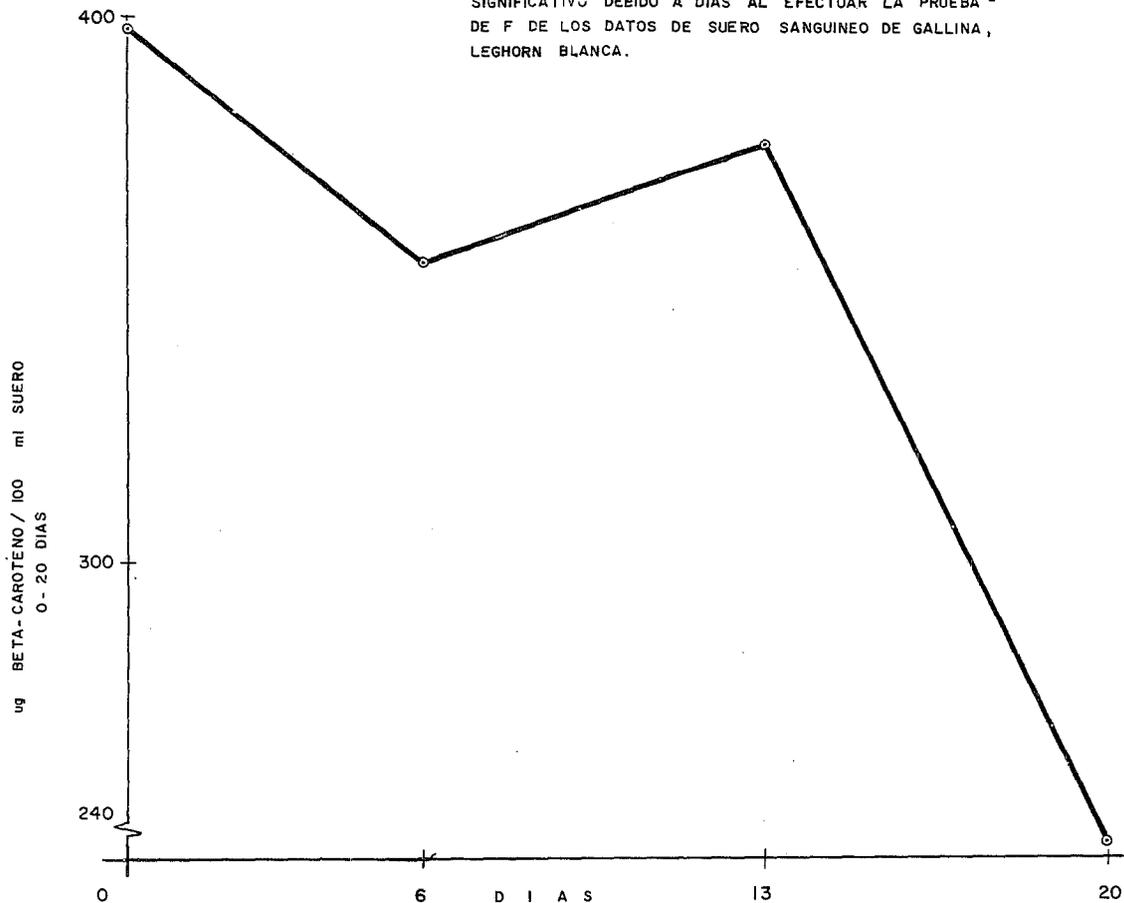


Gráfica 5

GRADO PIGMENTANTE DEL CEMPASUCHIL SOBRE LA GRASA ABDOMINAL DE GALLINA LEGHORN BLANCA

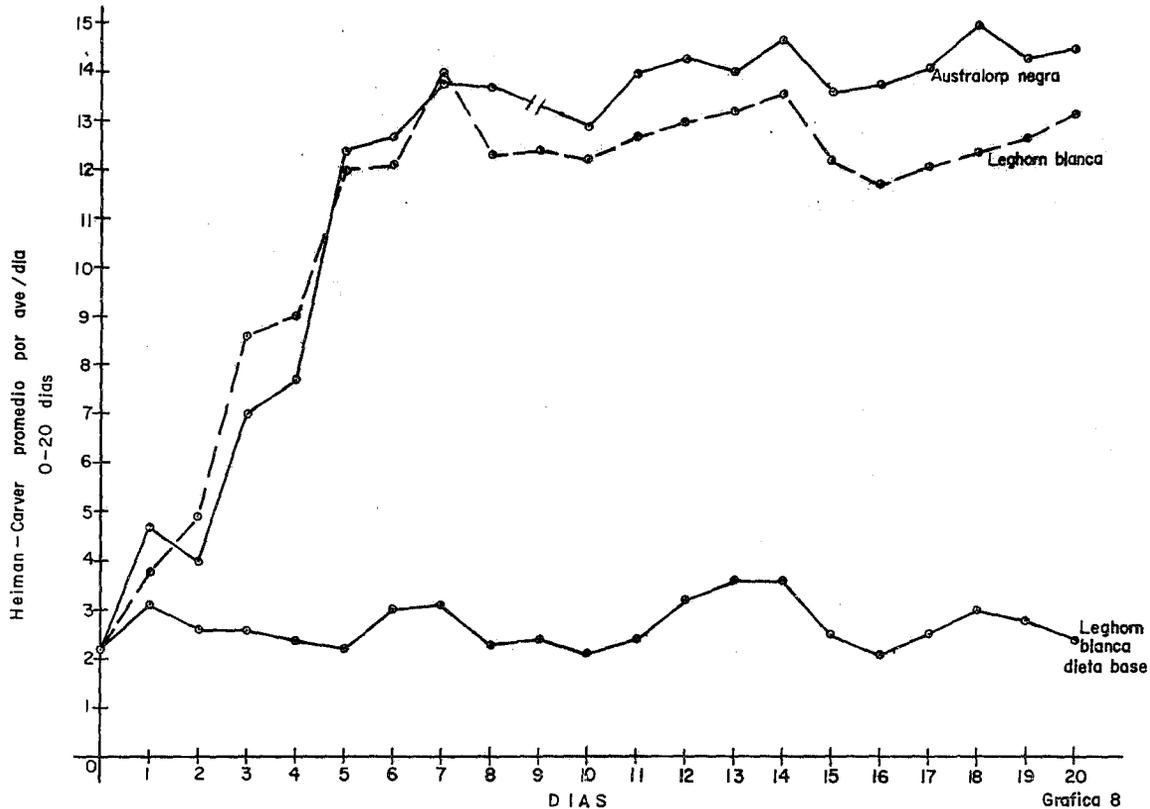


REPRESENTACION GRAFICA DEL RESULTADO ESTADISTICO SIGNIFICATIVO DEBIDO A DIAS AL EFECTUAR LA PRUEBA DE F DE LOS DATOS DE SUERO SANGUINEO DE GALLINA, LEGHORN BLANCA.



GRAFICA 7

GALLINAS LEGHORN Y AUSTRALORP ALIMENTADAS CON 0.250% DE CEMPASUCHIL EN LA DIETA BASE Y COMPARACION EVOLUTIVA ENTRE LAS INTENSIDADES DE COLOR DE SUS YEMAS DE HUEVO



Grafica 8