

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**USO DEL RIZOMA DESHIDRATADO DE
CURCUMA (Curcuma longa) COMO
PIGMENTANTE AMARILLO DE YEMAS
DE HUEVO EN GALLINAS
COMERCIALES**

JUAN GABRIEL ESPINO ECHEVERRÍA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2001

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**USO DEL RIZOMA DESHIDRATADO DE
CURCUMA (Curcuma longa) COMO
PIGMENTANTE AMARILLO DE YEMAS
DE HUEVO EN GALLINAS
COMERCIALES**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de
Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos
de Guatemala

POR

JUAN GABRIEL ESPINO ECHEVERRÍA

Al conferírsele el Título Académico de

Médico Veterinario

Guatemala, Noviembre 2001

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Dr. MARIO LLERENA QUAN
SECRETARIO:	Lic. Zoot. ROBIN IBARRA
VOCAL PRIMERO:	Lic. Zoot. CARLOS SAAVEDRA VÉLEZ
VOCAL SEGUNDO:	Dr. FREDY R. GONZÁLEZ G.
VOCAL TERCERO:	Lic. Zoot. JORGE SPIEGELER
VOCAL CUARTO:	Br. MANUEL ARENAS
VOCAL QUINTO:	Br. ALEJANDRO CHAVEZ

Asesores:

Dra. Lucero Serrano

Lic. Zoot. Carlos Saavedra Vélez

Dra. Elizabeth Padilla de Motta

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2001

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala presento a consideración de ustedes el presente trabajo de Tesis Titulado:

USO DEL RIZOMA DESHIDRATADO DE CURCUMA (Curcuma longa) COMO PIGMENTANTE AMARILLO DE YEMAS DE HUEVO EN GALLINAS COMERCIALES

Como requisito previo a optar al título profesional de

MEDICO VETERINARIO

INDICE

<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	14
<i>II. HIPÓTESIS</i>	21
<i>III. OBJETIVOS</i>	22
3.1. GENERAL	22
3.2. ESPECIFICOS	22
<i>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</i>	23
4.1. PIGMENTACION	23
4.1.1. Definición	23
4.1.2. Propiedades de los Pigmentantes	23
4.1.3 Fuentes de Pigmentos	23
4.1.4. Metabolismo de los Pigmentantes	24
4.1.5 Factores que Influyen Sobre la Pigmentación	24
4.1.6. Rangos de Pigmentación	25
4.1.7. Obtención de un Color Óptimo	25
4.2 CURCUMA	26
4.2.1. Nombre Científico	26
4.2.2. Nombres Populares	26
4.2.3 Clasificación Botánica	27
4.2.4. Descripción Taxonómica	27
4.2.5. Morfología	28
4.2.6. Fitogeografía	28
4.2.7 Habitat	28
4.2.8. Cosecha	29
4.2.9. Usos Medicinales Atribuidos	29
4.2.10. Farmacología	29
4.2.11. Composición Química	31
4.2.12. Materia Colorante	31
4.2.13. Farmacognosia	32
4.2.14. Toxicología	32
4.2.15. Farmacodinamia	33
4.2.15.1 Absorción	33
4.2.15.2 Distribución y Niveles Sanguíneos	34
4.2.15.3 Metabolismo y Excreción	34
<i>V. MATERIALES Y METODOS</i>	35
5.1. LOCALIZACIÓN	35

5.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
5.3. MATERIALES	36
5.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO	37
5.5. MANEJO DE ALIMENTO	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
6.1. RESULTADOS DE PIGMENTACIÓN	39
6.2. HUEVOS RECOGIDOS	40
6.3. PESO DEL AVE	41
6.4. PESO DEL HUEVO	42
6.5. ANÁLISIS ECONÓMICO	43
VII. CONCLUSIONES	44
VIII. RECOMENDACIONES	45
IX. RESUMEN	46
X. BIBLIOGRAFÍA	47
XI. ANEXOS	50

INDICE DE CUADROS

1. CUADRO No.1	Cantidad de gramos por quintal de harina curcuma evaluada en cada tratamiento.....	16
2. CUADRO No.2	Coloración de la yema del huevo de acuerdo a los distintos tratamientos.....	20
3. CUADRO No.3	Producción total, promedio semanal y porcentaje de producción en los distintos tratamientos.....	21
4. CUADRO No.4	Peso del ave(grms) durante las semanas del experimento.....	22
5. CUADRO No.5	Efecto del peso del huevo (grms) en los distintos tratamientos.....	23
6. CUADRO No.6	Costos del alimento terminado y del huevo utilizando diferentes niveles de harina de curcuma.....	24
7. CUADRO No.7	Costo del quintal sin harina de curcuma.....	32
8. CUADRO No.8	Costo de quintal con 350 gramos de harina de curcuma.....	33
9. CUADRO No.9	Costo de quintal con 450 gramos de harina de curcuma.....	34
10. CUADRO No.10	Costo de quintal con 550 gramos de harina de curcuma.....	35
11. CUADRO No.11	Costo total del experimento.....	36

INDICE DE FIGURAS

1. FIGURA No.1	Peso semanal de las aves en cada uno de los tratamientos.....	23
2. FIGURA No. 2	Cantidad de huevos producidos para cada tratamiento.....	41
3. FIGURA No. 3	Cantidad promedio semanal de huevos huevos producidos.....	41
4. FIGURA No.4	Porcentaje promedio de producción en cada tratamiento.....	42
5. FIGURA No. 5	Peso promedio en cada tratamiento.....	42

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

1. FOTOGRAFIA No.1	Tratamiento No.1 antes de iniciar el experimento.....43
2. FOTOGRAFIA No.2	Tratamiento No.1 después de 4 semanas con dieta blanca.....43
3. FOTOGRAFIA No.3	Tratamiento No. 2 antes de iniciar el experimento.....44
4. FOTOGRAFIA No.4	Tratamiento No.2 después de 4 semanas con 350 gr de curcuma por qq.....44
5. FOTOGRAFIA No.5	Tratamiento No.3 antes de iniciar el experimento.....45
6. FOTOGRAFIA No.6	Tratamiento No.3 después de 4 semanas con 450 gr de curcuma por qq.....45
7. FOTOGRAFIA No.7	Tratamiento No.4 antes de iniciar el experimento.....46
8. FOTOGRAFIA No.8	Tratamiento No.4 después de 4 semanas con 550 gr de curcuma por qq.....46

I. INTRODUCCIÓN

El consumidor actualmente demanda de un huevo con la yema, que presente un color naranja encendido. Esta pigmentación, se logra a través de la ingestión de pigmentos incluidos en los alimentos balanceados.

Las xantófilas se han utilizado para la pigmentación de la yema del huevo. Estas se encuentran presentes en el maíz amarillo; el inconveniente que presenta este grano, es que su concentración resulta insuficiente para proveerle a la gallina la cantidad de pigmento necesario para que colorea su yema. De acuerdo a lo anterior es necesario agregarle al alimento pigmentos como xantofilas sintéticas o naturales para cumplir con el objetivo deseado.

Los pigmentos que se utilizan tanto naturales como sintéticos representan el 2.5% del costo de producción de un quintal de alimento terminado para gallina de postura.

Las xantófilas se encuentran en una amplia gama de plantas distribuidas en la naturaleza, pero existen otras plantas que podrían ofrecer una capacidad pigmentante; como lo es el curcumin, el cual es un colorante natural que se encuentra contenido en la curcuma o azafrán (*Curcuma longa*)

La curcuma (*Curcuma longa*) es una planta que se ha venido utilizando por varios miles de años para colorear y como saborizante de alimentos, además de poseer otras propiedades. La porción de la planta utilizada para este fin es el rizoma, este luego de ser sometido a un proceso de deshidratación, produce un polvo de color anaranjado, el cual se utiliza actualmente en la industria de alimentos, textiles, productos farmacéuticos etc.

No se tiene ninguna información previa sobre el uso de esta planta en la industria avícola, para la pigmentación de la yema del huevo; por lo que se persigue determinar la factibilidad de usar la harina de curcuma como colorante de yemas, y al mismo tiempo evaluar la concentración para dicho propósito.

II. HIPÓTESIS

La utilización de diferentes niveles del rizoma deshidratado de (*Curcuma longa*), no afecta significativamente la coloración de la yema del huevo, así como el peso del ave, peso y producción total del huevo.

III. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

Evaluar el uso de plantas con efecto pigmentante para la coloración de la yema de huevo.

3.2. ESPECIFICOS

- Evaluar diferentes niveles de harina de curcuma presente en el alimento (350, 450 y 550 gramos por quintal) para determinar la capacidad pigmentante de esta planta.
- Evaluar si los diferentes niveles, afectan el peso del ave, peso del huevo y la producción de huevos.
- Evaluar económicamente los diferentes tratamientos a través de costo-beneficio.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. PIGMENTACION

4.1.1. Definición

Coloración de la piel y la yema de huevo, resultante del consumo de oxicarotenoides (xantófilas) en los animales. Estos pigmentos se almacenan generalmente en la piel, yema, tarso, grasa y pico de las aves.(25)

4.1.2. Propiedades de los Pigmentantes

El uso de xantofilas depende de las siguientes características para su coloración:

- a.) Que sean fácilmente absorbibles
- b.) No metabolizables a vitamina A
- c.) De rápido depósito en el tejido graso.(21)

4.1.3 Fuentes de Pigmentos

- a) Maíz Amarillo: cuando se almacena el maíz entero y hay calentamiento durante el almacenaje, se presenta una rápida pérdida de la xantofila que pigmenta.
- b) Pasta de gluten de maíz: aquí las xantofilas están directamente relacionadas con el contenido de proteína que varía del 41-60%, pero la molienda del maíz altera la disponibilidad de las xantófilas.
- c) Harina de alfalfa: La mayoría de estas harinas han sido deshidratadas y el nivel de Xantofilas está relacionada al porcentaje de proteína y hojas presentes en el producto.
- d) Extracto de Caléndula. Es una fuente natural de pigmento, de los pétalos de la caléndula (*Tagetes sp*). Aquí la xantofila presente es la luteína. Se encuentra como harina estabilizada o como extracto hexano.(21)

4.1.4. Metabolismo de los Pigmentantes

Para la absorción de las xantófilas durante el proceso digestivo, se necesita un flujo de bilis adecuado con la subsecuente formación de micelios. Estos micelios están compuestos de sales biliares, monoglicéridos y ácidos grasos de cadena larga y con vitaminas liposolubles. Cuando existen niveles elevados de vitamina A en la ración, se presenta competencia de deposición de la xantofila sobre los micelios, estos niveles elevados de vitamina A reducen la pigmentación de la piel y de la yema. Las xantofilas libres pigmentan mejor que las que se encuentran en forma de ésteres.(21)

Su efectividad pigmentante es el resultado de la absorción en el duodeno y yeyuno proximal, así como el tiempo de permanencia del bolo alimenticio en esta área del intestino. La luteína en forma libre se absorberá rápidamente.(21)

La luteína en forma diéster debe ser alterada durante el proceso digestivo antes de ser absorbida. Las xantofilas después de su absorción al torrente sanguíneo, pueden volver al tracto intestinal, para ser eliminada en las heces, o bien absorbida.(21)

4.1.5 Factores que Influyen Sobre la Pigmentación

- a) Cuando hay coccidiosis. *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. mivati* y *E. necatrix* se reduce el nivel sanguíneo de las xantofilas como el de la Vitamina A.
- b) Las micotoxinas reducen los carotenoides del plasma.
- c) La concentración de vitamina E puede mejorar la pigmentación porque tiene un efecto protector sobre los alimentos y en el tracto digestivo.
- d) Los carotenoides muestran también propiedades antioxidantes.
- e) Las grasas adicionales, tienen efectos positivos sobre la pigmentación, debido a que las grasas tienen afinidad por las xantofilas.
- f) La eficiencia de los pigmentantes se puede ver entorpecida por altos contenidos de calcio.
- g) El gopisol en las harinas de algodón, causa la formación de un complejo hierro-gopisol en el huevo, el cual compite con los pigmentantes produciendo coloraciones verduscas a verdes oscuras en la yema y una coloración rosada en la albúmina.(21)

4.1.6. Rangos de Pigmentación

Los procedimientos para la evaluación del color en yemas de huevos, pueden ser muy variados. De acuerdo a los objetivos de la evaluación algunos métodos serán mejores que otros.(13)

El abanico (RCP) para la yema de huevo, ha venido adoptándose durante años para poder ofrecer una gama de colores. Existen varios abanicos colorimétricos (BASF, Purina, Hoechst, Roche), de los que algunos constan de 1 a 15 diferentes tonalidades las cuales van de un amarillo pálido a naranja intenso.(13)

La utilización de estos sistemas de evaluación del color no son una medida precisa ya que varía de una persona a otra según apreciación personal, no describen con precisión el color por ineficiencia general y en particular de los ojos del observador de distinguir las diferencias verdaderas en concentración de pigmentos presentes en los productos avícolas.(13)

Por lo que respecta a otros procedimientos de determinación de color que son más sofisticados, podremos mencionar el uso del colorímetro de reflectancia que toma en cuenta la reflexión de un haz de luz emitido sobre la superficie de la yema o piel, valorando el color en tres cualidades: enrojecimiento, amarillamiento y luminosidad; con el uso de estos sistemas la evaluación del color puede dejar de lado la valorización subjetiva de un observador, sin embargo la interpretación de los resultados, el lugar donde se efectúe la medición y el costo del aparato, hacen aún de este método un sistema de poco uso en la práctica cotidiana.(13)

4.1.7. Obtención de un Color Óptimo

La mayoría de los estudios indican que el ama de casa tiene preferencia por un color de yema dorado-naranja. La tonalidad (longitud de onda) de la yema depende directamente de la fuente de pigmentos, de la concentración de éstos en la dieta, configuración óptica y geométrica, su longitud de onda y las características físicas de las formas empleadas: fluidez, homogeneidad, etc. En base a estas características, se debe evaluar su eficiencia pigmentante así como su estabilidad durante los procesos de fabricación del alimento. Además la pigmentación es un proceso que depende de una gran diversidad de factores ligados al animal (especie animal, edad y tejidos que se deseen pigmentar, estado nutricional y sanitario, factores genéticos y ambientales, manejo del animal y procesamiento del producto final). Es por esto, que debe escogerse el

tipo de pigmento que mejor se adapte, tanto a las condiciones de manejo como el grado de pigmentación deseado. La pigmentación de yema se divide en dos fases: la fase de saturación y la fase de color. Debido a que el ama de casa prefiere un color de yema que va desde dorado hasta anaranjado, un color que se encuentre fuera del rango normal de longitud de onda resulta en un rechazo del producto. Es por eso la importancia de conservar una saturación de pigmentos amarillos que en combinación con los pigmentos rojos nos permita alcanzar un color dorado-naranja. Muchos estudios han demostrado que con niveles inferiores de xantofilas amarillas se corre el riesgo de obtener un color de yema rojizo (no tan del agrado del consumidor), riesgo que aumenta a medida que se incrementa la dosis de pigmento rojo utilizadas para obtener un determinado color de yema. Este efecto del color rojizo en la yema puede ser ocasionado cuando el aporte de pigmentos en el alimento no es constante y se debe principalmente a: la variabilidad en el contenido de pigmentos de las materias primas y algunos pigmentos, la falta de estabilidad y una correcta homogeneidad de los mismos. Una vez que se ha alcanzado el nivel de saturación en la yema, se empieza con la fase de color; que consiste en aumentar de manera continua el nivel de pigmentos deseados. No cabe la menor duda que, hoy en día, la pigmentación de la yema de huevo ha llegado a ser un mecanismo por medio del cual el productor de huevos puede ofrecer al consumidor un producto que satisfaga sus expectativas de calidad.(1)

4.2 CURCUMA

4.2.1. Nombre Científico

Curcuma longa Sin. (*Curcuma domestica*)(4,17)

4.2.2. Nombres Populares

Yuquilla, Camotillo (Costa Rica, El Salvador)

Curcuma (Colombia)

Batatilla (El Salvador)

Zibrú (Panamá)

Curcuma (en el resto de América Latina)(4,16,17)

4.2.3 Clasificación Botánica

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

Superdivisión: *Spermatophyta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Zingiberidae*

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Zingiberaceae*

Género: *Curcuma*

Especie: *Curcuma longa*(5)

4.2.4. Descripción Taxonómica

Planta perenne de hasta 1 metro de alto, el tallo es un rizoma subterráneo muy ramificado, del que salen numerosos raicillas. En la misma planta se pueden encontrar rizomas viejos, más o menos aplanados y divididos como dedos; rizomas maduros, fusiformes y suculentos, llamados a veces bulbos, los cuales dan el mejor producto y brotes nuevos o retoños blancuzcos y delgados, el color externo del rizoma varía de grisáceo a amarillo y es dado por los pigmentos que aparecen como esferas o cuerpos elipsoidales que rellenan las células a veces por completo y otras adheridos a las paredes en forma de granos largos o agudos. Sólo las células que rodean los haces vasculares carecen de pigmentos. Hay también canales de resinas tanto en la parte cortical, como en el cilindro central. Los tallos aéreos que aún no están bien desarrollados, brotan entre las hojas y llevan un eje floral corto. Hojas grandes y suaves de un color verde claro, con la base ancha y envolvente y el pecíolo largo acanalado. La lámina elíptica mide de 20-90 cms de largo por 5-12 cms de ancho y como es característico de la familia, tiene un nervio central del que parten oblicuamente los nervios laterales. Tallo floral de 5-20 cms de largo y está en gran parte cubierto por hojas y por entre los pecíolos de éstas aparece la inflorescencia, cuyas partes más visibles son las brácteas las cuales adquieren un tinte rojizo. No se le conocen frutos.(4,15,17)

4.2.5. Morfología

Hierba acualescente de 60-90 cms de alto, perenne, tubérculos gruesos, cilíndricos o elipsoideos, amarillos por dentro, hojas oblongas o elípticas de 30-50 cms, acuminadas, brácteas verde pálido, superiores rosadas, espigas cilíndricas de 10-20 cms, brácteas ovaladas de 3-4 cms. Inflorescencia cilíndrica, 10-15 cms de largo; flores amarillo pálido, cáliz tubular corola 2-3 veces mayor, ovario villosa. Tallo subterráneo formado por dos tipos de rizoma el central, conocido como bulbo y los brotes amarillo-naranja.(4,15,17)

Se distinguen algunas variedades:

- Allepey: variedad de reciente introducción en América, con rizomas de mayor tamaño, de coloración amarillo anaranjado. El porcentaje de curcumina, de acuerdo con diferentes factores se encuentra entre 5-8%.
- Madras: de color amarillo limón.
- Haití o West Indian: de rizomas color anaranjado oscuro y menor tamaño; con un porcentaje de 3-5% de curcumin.(17)

4.2.6. Fitogeografía

Hierba de origen índico-malayo del Sur de Asia, crece a 0-1,200 msnm, se cultiva en forma comercial en India, Bengala, Ceilán, Indonesia, Taiwán, Nigeria, Pakistán, Vietnam, Perú, Haití, Jamaica y Costa Rica. En Guatemala se cultiva comercialmente en Alta Verapaz, Izabal, Quiché Retalhuleu y Suchitepéquez.(4,16,17)

4.2.7 Habitat

Requiere clima tropical o subtropical, temperatura elevada, agua abundante (1,550-5,000 mm/año) suelos permeables, arenoso suelto, cenagoso y orillas de rios, se adapta a varios suelos y climas, es sensible al empantanamiento y alcalinidad. Se propaga por cortes de rizoma guardados hasta 4 meses cubiertos a la sombra.(4,17)

4.2.8. Cosecha

Las partes hipogeeas se desentierran cuando comienzan a marchitarse, se separan los bulbos y las ramas del rizoma de las raíces que llevan, se les introduce en agua hirviendo y se las seca finalmente al sol. El escaldado hace que el colorante de las células secretoras se distribuya por toda la planta, dándole una coloración amarilla, adquiere además consistencia córnea.(19)
Cosechar a los 7-10 meses dependiendo de la variedad, cuando amarillan las hojas; se escarba cuidadosamente, y se separan los rizomas tiernos y resiembrar el rizoma madre; se lava y cocer inmediatamente en recipientes metálicos en agua conteniendo 20 g de bisulfito de sodio y 20 g de ácido clorhídrico/100 lbs durante 30-45 minutos, escurrir y secar al sol durante 10-15 días o con aire forzado.(4,17)

4.2.9. Usos Medicinales Atribuidos

La decocción del rizoma se usa por vía oral para tratar trastornos hepáticos, ictericia, afecciones gastrointestinales (cólico, diarrea, úlcera gástrica), respiratorias (amigdalitis, tos), dismenorrea, diabetes y lepra. Una pasta del rizoma se usa tópicamente para tratar eczema, sarampión y otras afecciones de la piel. El polvo se usa tópicamente para tratar cáncer, verrugas y tumores; tiene amplio uso como cosmético para evitar acné y embellecer la piel. El jugo del rizoma fresco se usa para tratar oftalmias purulentas. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,21,22)

Se le atribuye propiedad antiescorbútica, antiulcerosa, aromático, carminativa, colagoga, colerética, desinflamante, digestiva, diurética, emoliente, estimulante, hemostática, laxante y antiparasitaria. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

El rizoma es usado como condimento y sus colorantes se usan en la industria de alimentos textiles y productos farmacéuticos. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,22 ,24)

La curcuma es un estimulante, una materia colorante y un condimento. Forma parte de muchos polvos empleados para preparar el curry y entra en la composición de diversas mostazas, adobos y encurtidos compuestos; también se utiliza para dar color a la manteca y al queso. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

4.2.10. Farmacología

Estudios antimicrobianos del extracto alcohólico demuestran que es activo contra *E. coli*, *S. aureus* y *S. pyogenes*. Algunos derivados policíclicos son antifúngicos, aunque son inactivos contra otras bacterias, levaduras, dermatofitos, helmintos, virus de vaccinia y células malignas. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

Estudios farmacológicos demuestran actividad antihepatotóxica, antitumoral y citotóxica, estimulante de la secreción gástrica y biliar e irritante de las membranas mucosas. El extracto etanólico tiene actividad espasmolítica en ileon de cobayo aislado y produce cierta actividad que involucra al sistema nervioso central. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

La fracción polisacárida del rizoma posee actividad antiinflamatoria e inmunoestimulante por vía intraperitoneal en rata. El extracto metanólico tiene potente actividad antiinflamatoria en el edema de la oreja del ratón inducido por acetato de tetradecaniolforbol, que podría correlacionar con actividad inhibidora de promotores tumorales. Los extractos acuosos y metanólico disminuyen significativamente la secreción gástrica 3 horas después de administrar a conejos directamente por un catéter gástrico, comparado con cimetidina. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

Estudios sobre la actividad antifertilizante con el rizoma en ratas albinas hembra presentó un 100% de actividad y evaluada en conejas no presenta actividad antiovulatoria. El extracto con éter de petróleo causa resorción de implantes en ratas. El extracto con éter de petróleo en dosis de 100-200 mg/kg por vía oral induce un 80-100% de antiimplantación en el embarazo durante los días 1-7 postcoito en ratas. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

El aceite volátil es antiinflamatorio en ratas comparado con acetato de hidrocortisona y fenilbutazona y reduce el contenido de histamina en la piel de ratas comparada con hidrocortisona. El aceite actúa sobre las proteasas responsables de la inflamación aguda e inhibe la tripsina y hialuronidasa. El curcuminato de sodio es un activo colerético, su administración intravenosa en perros en dosis de 24 mg/kg duplica el flujo biliar sin cambio en la presión sanguínea o la respiración. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

Los ensayos clínicos de curcumin por vía oral, demuestran buena respuesta en casos de artritis reumatoide comparable a fenilbutazona, sin efectos secundarios. Es extracto etanólico del rizoma y la pomada de curcumin produjeron un claro alivio en 62 pacientes con lesiones cancerosas externas; la picazón se redujo en casi todos los casos, la hinchazón en 90% y en algunos pacientes se redujo el tamaño de las lesiones. (2,3,4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,20,22,23 ,24)

4.2.11. Composición Química

El aceite esencial contiene turmerol, zingibereno, felandreno, ácidos valérico, caprílico, caproico, sesquiterpenlactonas (curlona, curcumeno, turmerona), curcuminoides (curcumina, desmetoxicurcumina, bisdesmetoxicurcumina), α -felandreno, sabineno, cíñelo, borneol, principio amargo, aceite graso y resina.(4,7,9,11)

El análisis proximal de 100 g de rizoma fresco contiene: 53 calorías, agua (82.4 g), proteína (4.1 g), grasa (0.0 g) carbohidratos totales (10.9 g), fibra (1.2g), ceniza (2.6 g), calcio (51 mg), fósforo (111 mg), caroteno (0.0 μ g), tiamina (0.15mg), riboflavina (0.21 mg), niacina (1.1 mg) y ácido ascórbico (5 mg).(4,7,9,11)

4.2.12. Materia Colorante

El principio colorante del palillo o cúrcuma es la curcumina 1,7bis(4-hidroxi-3-metoxifenil)-1,6-heptadieno-3,5-diona, acompañado de otros curcuminoides en pequeñas cantidades.(16)

El curcumin es un polvo cristalino de color amarillo o naranja, de fórmula molecular $C_{21}H_{20}O_6$, pf 183°C, soluble en alcohol, ácido acético glacial e insoluble en agua y éter.(16)

A pH 3 es de color amarillo limón y a pH 10 de color naranja a marrón-rojizo, es estable al calor, pero sensible a la luz (lo que limita muchas veces su aplicación).(16)

La curcuma es un estimulante, una materia colorante y un condimento. Forma parte de muchos polvos empleados para preparar el curry y entra en la composición de diversas mostazas adobos y encurtidos compuestos; también se utiliza para dar color a la manteca y al queso.(17)

En varias regiones de Asia se usa como tinte para fines ceremoniales. De ella se obtiene también un colorante que se emplea en los laboratorios en el papel de cúrcuma.(17)

4.2.13. Farmacognosia

El aceite se obtiene por extracción. El rizoma seco rinde 5-6%, el fresco 0.24%, contiene turmeronas(58%) y alcoholes terciarios(9%), es especioso, olor a fruta fresca, densidad 0.930-0.969, índice de refracción 1.5030, rotación óptica -25° a 8.6° , se usa como condimento en la industria de encurtidos, raramente como aroma. La oleoresina se obtiene por extracción con disolventes orgánicos y se concentra al vacío, conteniendo los principios volátiles y no volátiles; del polvo y la oleoresina se obtiene un colorante amarillos 3 (índice de color No. 75300 [CAS 458-37-1]) de sabor picante y gran demanda en la industria farmacéutica y de alimentos.(4)

El curcumin tiene una potente actividad antiinflamatoria no esteroide en varios modelos de inflamación aguda y crónica con un bajo índice ulcerogénico; la actividad es dosis dependiente(30mg/kg) y las sales de Na y K son más eficientes. Presenta inhibición de la actividad de ciclooxigenasa y de la síntesis de tromboxano B2 de las plaquetas *in vitro*; en condiciones *in vivo* inhibe TXB2 de plaquetas durante un reto trombótico, pero no influye en la síntesis vascular de prostaciclina.(4)

El rizoma entero y en polvo se encuentra en varias farmacopeas como colorante y medicamento, se comercializan preparaciones fitofarmacéuticas en Europa y Asia como tintura, elixir, jarabe, cápsula y comprimidos.(4)

Las turmeronas son cetonas sesquiterpénicas con propiedad colagoga, colerética y antiinflamatoria, sus efectos son potencializados por los curcuminoides.(4)

4.2.14. Toxicología

La DMT(dosis mortal tóxica) del extracto etanólico es 250 mg/kg, la DL50(dosis letal 50) de 500mg/ml. En ratas y monos se demuestra que la curcumina es segura y no presenta toxicidad gastrointestinal. Como condimento o colorante la ingesta diaria aceptable es $100\mu\text{g}/\text{kg}$, de oleoresina $300\mu\text{g}/\text{kg}$; la oleoresina produce cambios histopatológicos en riñón, vejiga y tiroides de cerdos. La DL50 del extracto acuoso por vía intraperitoneal en ratón es 430 mg/kg. En 1 de 62 pacientes que se les administró pomada por más de un año hubo reacción adversa.(4)

La administración en la dieta por 3 meses no produjo cambios visibles ni histológicos, ni efecto genotóxico por micronúcleo en médula ósea e inducción de cambios en las cromátidas hermanas en la espermatogonia del

ratón. La cúrcuma (0.5%) o curcumina (0.015%) en la dieta de ratones no son mutagénicas por eritrocitos policromáticos micronucleados, aberraciones estructuras o numéricas en cromosomas de médula ósea , tasa de embarazo, número de embriones vivos y muertos, implantes totales e índice mutagénico.(4)

4.2.15. Farmacodinamia

Después de la administración total de 400 mg de curcumin a ratas, se absorbe cerca del 60%; no se detecta curcumin en la orina, aunque si se eleva la excreción de conjugados glucorónicos y sulfatos; se demuestra curcumin en la sangre cardíaca. Hay trazas ($< 5\mu\text{g/ml}$) en la sangre portal y cantidades insignificantes en hígado y riñones ($< 20\mu\text{g/tejido}$) desde 15 min. hasta 24 horas después de administración a las 24 horas la concentración de curcumin se mantienen en la parte baja del intestino.(4,14,20,23)

4.2.15.1 Absorción

Cuando se administra oral, en dosis de 1g/kg en ratas, curcumin fue excretado en las heces un 75% mientras que solo trazas fueron encontradas en la orina. Una dosis oral de 0.6 mg/rata de curcumin; llevó a una excreción fecal del 89%, y un 6% fue excretado en la orina. Luego de la administración peritoneal, se pudo observar una excreción fecal del 73% de la dosis, un 11% de la dosis se pudo encontrar en bilis. Ravindranath y Chandrasekhare, reportaron una absorción del curcumin después de una dosis oral de 400 mg a ratas, esto lo determinaron a través del producto que había en las heces de estos animales. Ellos encontraron que después de 24 horas la concentración de curcumin que permanecía en la parte baja del intestino era de un 38%. Sin embargo ellos no pudieron detectar curcumin en muestras de sangre tomadas del corazón o bien de la vena portal. Se pudieron encontrar trazas en tejidos hepático y renal luego de 24 horas de haber iniciado la administración del producto. De estos datos recopilados es improbable que exista una absorción hacia la sangre. Una posible explicación, es que en la pared intestinal se produzca una transformación de este producto.(14,20,23)

4.2.15.2 Distribución y Niveles Sanguíneos

Con los datos obtenidos en la absorción, resulta improbable que después de una ingestión oral del curcumin halla una concentración de este producto en la sangre. Ravindranath y Chandrasekhare no pudieron detectar colorimétricamente el curcumin en muestras de sangre tomadas 15 minutos y 24 horas después de haber administrado oralmente el producto a una dosis de 400 mg de curcumin. En la vena portal solo se pudo encontrar trazas (menos de 5µg/ml) y cantidades menores a 20µg/g del hígado y riñón fueron observadas en el mismo intervalo.(14,20,23)

4.2.15.3 Metabolismo y Excreción

Cuando se inyecta i.v., el curcumin es activamente transportado hacia la bilis, en contra de un gradiente de concentración varios cientos de veces. La mayor parte de la droga es metabolizada. En suspensiones de hepatocitos el 90% del curcumin administrado fue metabolizado en menos de 30 minutos. En el estudio de Ravindranath y Chandrasekhare no se observó que hubiera una eliminación renal del producto. Es así que, si el curcumin se absorbiera del todo, luego de haber sido sometido a un metabolismo a nivel hepático, se excretará principalmente a través de la bilis.(14,20,23)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo en la Granja Avícola María, localizada en San José Pinula, carretera a Palencia. La granja se encuentra en la zona de vida del Bosque Húmedo Subtropical Templado a una altura de 650 a 1,780 msnm, con una temperatura de 20°C a 26°C y una precipitación pluvial que oscila entre 1,100 y 1,345 mm/año.(6)

5.2. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la variable coloración de yema, se evaluó a través del abanico de Roche(RCF 90310)

Para las variables producción total de huevos, peso del ave y peso del huevo, se utilizó un diseño estrictamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental constó de 7 gallinas ponedoras.

Se procedió a realizar un análisis de varianza independientemente para cada una de las variables de respuesta, como existieron diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de media de Tukey.

Los tratamientos se detallan a continuación en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 1 Cantidad de gramos por quintal de curcumin evaluados en cada tratamiento

Tratamiento	Curcuma (gramos/quintal)
1	0
2	350
3	450
4	550

Las 95 aves fueron sometidas, durante un periodo de una semana, a una dieta blanca previo al período experimental, para evitar efectos de las dietas de los pigmentantes que estaban consumiendo antes del trabajo experimental. El experimento tuvo un duración de cuatro semanas.

5.3. MATERIALES

- 120 gallinas variedad Lohmann brown, de 35 semanas de edad.
- 25 qq de alimento para gallinas de postura fase 2.
- 20 jaulas para gallinas de postura, con su comedero de canal y su bebedero de niple, con su respectiva fosa para la recolección de gallinaza
- Pigmentos:
 - Color amarillo: 55 libras de polvo deshidratado del rizoma de la Curcuma longa
- Mezcladora de tipo horizontal para el mezclado del alimento; con una capacidad para 5 qq.
- Materia prima para la elaboración de concentrados, microelementos:
 - 25 kg. de premezcla vitamínica
 - 5 kg de metionina
 - 5 kg de Colina
 - 5 kg de Olaquinox
 - 25 kg de Condition Ade™. (Secuestrante)
- Macroelementos
 - 12 qq de maiz blanco
 - 7 qq de soya
 - 3 qq de afrecho
 - 1 qq de melaza
 - 2.50 qq de grasa
 - 30 libras de fosfato dicálcico
 - 2 qq de Gritt
 - 3 qq de Carbonato dicálcico
 - 1 qq de sal
- Abanico Colorimétrico de Roche
- 1 pesa analítica con capacidad de 3000 gramos.
- 1 pesa con capacidad de 500 libras
- 1 pesa con capacidad de 6 kg para el pesaje de la gallina
- 1 pesa con capacidad de 4 kg para el pesaje del huevo
- 1 fardo de cartón separador

5.4. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Antes de trasladar las gallinas de postura se efectuó una limpieza y desinfección de las instalaciones, galera y equipo.

Previo al experimento se desparasitó y sangró el lote del cual provienen estas aves para evaluar el estado de salud de estas. Con la información de anticuerpos disponibles no se dispuso revacunar contra la enfermedad de Newcastle y Bronquitis, por que presentaban un buen título. Las 120 aves fueron sometidas, durante un período de dos semanas y medio, a una dieta blanca previo al período experimental, para evitar efectos de las dietas y de los pigmentantes que estaban consumiendo antes del trabajo experimental.

El experimento se dividió en dos fases. La primera consistió en recoger dos huevos de cada una de las repeticiones con que cuenta cada uno de los tratamientos con el objetivo de observar en que momento las aves dejaron de colorear la yema del huevo con la dieta blanca que se les estaba proveyendo. Una vez que la yema se observó pálida, se comenzó la segunda fase del experimento la cual consistió en proporcionar a cada uno de los tratamientos, su concentrado formulado con su respectiva dosis de curcuma. A partir de este momento se procedió a evaluar diariamente la coloración de las yemas de los huevos del experimento.

Diariamente se contó la cantidad de huevos recogidos, se eligieron dos huevos al azar por cada repetición con que cuenta cada uno de los tratamientos, por un período de tiempo de 4 semanas. Los huevos elegidos al azar se pesaron y se quebraron para observar el color de la yema y poder determinar con el abanico de Roche el rango de pigmentación que presentan.

Una vez por semana durante 8 semanas se pesaron 5 aves de cada tratamiento, para determinar así el peso de estas.

5.5. MANEJO DE ALIMENTO

El alimento se elaboró en la planta de concentrados con que cuenta esta granja avícola. Se utilizó la fórmula de postura que normalmente se maneja. De acuerdo a la tabla de consumo que se encuentra en la guía de manejo de esta estirpe, se procedió a dar la cantidad de concentrado de acuerdo a la edad que tenían estas gallinas.(19)

A cada tratamiento se le proporcionó su ración de acuerdo a la cantidad de curcuma que se estableció. Cada mañana se le proporcionó a cada lote su alimento programado.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADOS DE PIGMENTACIÓN

Cuadro No. 2: Coloración de la yema del huevo de acuerdo a los distintos tratamiento.

Tratamientos	Curcuma Gramos/quintal	Color Yema (RCF)*
1	0	1
2	350	1
3	450	1
4	550	1

*** Abanico de Roche (RCF-93310)**

Trat.1: Control; Trat.2: 350 gr. curcuma; Trat.3: 450 gr. curcuma; Trat.4: 550 gr. curcuma

Como se observa en el cuadro 1 los diferentes niveles de curcumin no produjeron ningún efecto en la coloración de la yema del huevo, según el abanico de Roche. Manteniéndose el nivel de coloración igual al de una dieta blanca (tratamiento 1).

Se puede concluir que la curcuma no produce un efecto de pigmentación en la yema del huevo.

Srimal(1997), Herman(1991) y Ravindranath *et al*(1980); mencionan en sus respectivos trabajos, que el curcumin presente en el polvo de curcuma, sufre una transformación a nivel de la pared intestinal y un metabolismo a nivel hepático; evitando así que este colorante pueda pasar hacia la sangre lo que no permite la utilización de este colorante para la pigmentación de yemas.

Es necesario que los productos naturales sean sometidos a un proceso de extracción de su colorante para posiblemente obtener un resultado más deseable en cuanto a la preferencia del consumidor por una yema color amarillo intenso.

6.2. HUEVOS RECOGIDOS

Cuadro No. 3: Producción total, promedio semanal y porcentaje de huevos en los distintos tratamientos.

Grupo	Producción Total de Huevos Recolectados	Promedio Semanal de Huevos Recolectados	Porcentaje Promedio de Producción
Trat. #1	652 ^{a*}	163	77.62
Trat. #2	585 ^b	146.25	71.61
Trat. #3	563 ^b	140.75	67.02
Trat. #4	554 ^b	138.50	65.95

Trat.1: **Control**; Trat.2: **350 gr. curcuma**; Trat.3: **450 gr. curcuma**; Trat.4: **550 gr. curcuma**.

- Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa.($P < 0.01$).
- Coeficiente de variación: 3.67
- Significancia: 7.82

Según el análisis estadístico se detectó diferencia significativa ($P < 0.01$) como efecto de la inclusión de la harina del rizoma de curcuma. Al analizar los resultados se puede observar que la producción total de huevos recolectados disminuyó al incluir la harina de curcuma en el alimento, habiendo diferencia entre dichos tratamientos. Es importante mencionar que a medida que aumenta la dosis de inclusión de curcuma, la producción de huevos disminuye, como se observa en el porcentaje promedio de producción. Desde el punto de vista económico la harina de curcuma afectó la producción de huevos, produciendo una disminución de 67 huevos no producidos para el tratamiento 2, para el tratamiento 3 significó un decremento de 87 huevos y para el tratamiento 4 una disminución de 98 huevos que se dejaron de producir, al ser comparados con la cantidad de huevos producidos por el tratamiento 1(control).

6.3. PESO DEL AVE

Cuadro No. 4: Peso del ave (grms) durante las semanas del experimento.

	Tratamientos			
Semana	1	2	3	4
1	2069	2020	1906	1952
2	1969	1800	1833	1901
3	1997	1833	1855	1827
4	2003	1827	1770	1867
	2009.50^{a*}	1870^b	1841^b	1886.75^b

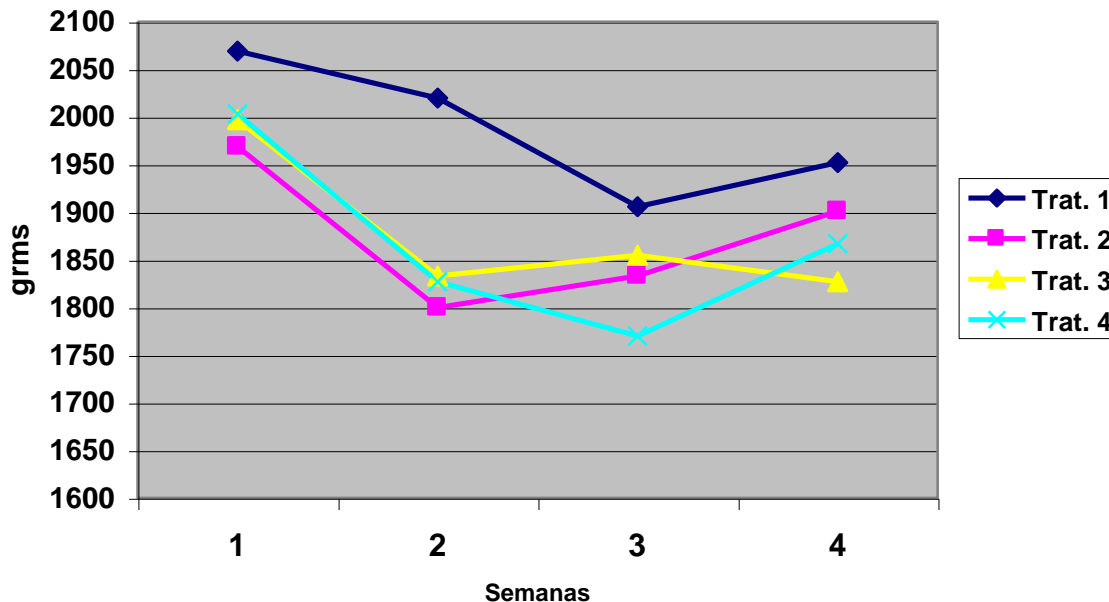
Trat.1: **Control**; Trat.2: **350 gr. curcuma**; Trat.3: **450 gr. curcuma**; Trat.4: **550 gr. Curcuma**

- Letras diferentes dentro de la misma columna indican diferencia estadísticamente significativa. (P<0.01)
- Coeficiente de variación: 1.46
- Significancia: 50.48

Según el análisis estadístico se detectó diferencia significativa (P<0.01) como efecto de la inclusión de esta harina. Al analizar los resultados se puede observar que el peso del ave disminuyó al incluir la harina de curcuma en el alimento, habiendo diferencia entre dichos tratamientos y el grupo control.

En la gráfica peso del ave se observa que el tratamiento que mejor peso presentó durante el experimento fue el número uno. En el resto de los tratamientos evaluados se observa que el peso de las gallinas disminuyó en la primera semana experimental. Los pesos de las gallinas que consumieron alimento con harina de curcuma, no alcanzaron a las aves del grupo 1 (sin curcuma) durante la realización de este experimento.

Figura No1. Peso semanal de las aves en cada uno de los tratamientos.



6.4. PESO DEL HUEVO

Cuadro No. 5: Efecto del peso del huevo(gramos) en los distintos tratamientos.

Semana	Tratamientos			
	1	2	3	4
1	311.43	294.29	342.86	305.71
2	314.29	300.00	305.71	314.29
3	302.86	294.29	340.00	300.00
4	308.57	314.29	294.29	305.71
Promedio	309.28	300.71	320.69	306.42

Trat.1: Control; Trat.2: 350 gr. curcuma; Trat.3: 450 gr. curcuma; Trat.4: 550 gr. Curcuma

El análisis estadístico, no detectó diferencias significativa en los distintos tratamientos ($P > 0.01$). No se observaron cambios en el peso del huevo con la utilización de distintas concentraciones de harina de curcuma en

el alimento. Con esto se puede determinar que la harina de esta planta no afecta esta variable.

6.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro No. 6: Costos del alimento terminado y del huevo utilizando diferentes niveles de harina de curcuma

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Costo total de alimento. (Q)	406.85	406.85	406.85	406.85
Costo de inclusión de curcuma por tratamiento	0.00	42.00	54.05	66.10
Huevos producidos	652	585	563	554
Costo por huevo (Q)	0.62	0.76	0.82	0.85

Trat.1: Control; Trat.2: 350 gr. curcuma; Trat.3: 450 gr. curcuma; Trat.4: 550 gr. Curcuma

Al comparar el costo del alimento de cada una de las raciones evaluadas, se observa que conforme la dosis de harina de curcuma aumenta en estas, el costo por quintal también sufre un aumento considerable, con las dosis evaluadas. Por ende el costo de huevo producido aumenta.

Los tratamientos de 2,3, y 4 dejaron de producir 67, 87 y 98 huevos respectivamente, comparándolos con el grupo control que produjo un total de 652 huevos. Esto representa una disminución del 6.01% para el tratamiento 2, para el tratamiento 3 representó una disminución del 10.6% y para el tratamiento 4 un disminución del 11.67%. Comparando estos resultados con la guía de manejo de la estirpe Lohmann(19), se observa que estas aves de 65 semanas de edad deberían estar a un porcentaje de producción del 77%. El único tratamiento que se observa con este parámetro fue el número uno, que fue al que no se le agregó harina de curcuma. En el resto de los tratamientos se observó una disminución en el porcentaje de postura.

VII. CONCLUSIONES

- El polvo deshidratado de *Curcuma longa*, agregado en concentrados para gallinas comerciales, no pigmentó la yema del huevo según abanico colorimétrico de roche.
- La variable huevos producidos presentó diferencias estadísticamente significativas($P < 0.01$), entre los tratamientos a los que se les agregó harina de curcuma y el grupo control.
- En cuanto a la variable peso del huevo no hubo diferencia estadísticamente significativa($P > 0.01$) entre los tratamientos a los que se les agregó curcuma y el grupo control.
- El peso del ave presentó diferencia estadísticamente significativa($P < 0.01$), entre los tratamientos a los que se les agregó harina de curcuma y el grupo control.
- Al agregar la harina de curcuma en el alimento aumentó el costo del huevo.

VIII. RECOMENDACIONES

- No se recomienda el uso del rizoma deshidratado de *Curcuma longa* para la pigmentación de yema de huevos, debido a que carece de esta capacidad.
- Evaluar si la extracción de la curcumina del rizoma deshidratado mejora la pigmentación de las yemas.
- Evaluar otras alternativas vegetales con niveles promisorios de pigmentos a fin de dotar a la avicultura nacional de productos competitivos y de bajo costo.

IX. RESUMEN

Las explotaciones avícolas han venido utilizando pigmento tanto natural como sintético para mejorar el color de la yema del huevo. Por tal motivo se evaluó la curcuma (*Curcuma longa*); debido al contenido de un colorante denominado curcumin, el cual se utiliza en la industria textil y alimenticia. Se evaluaron tres diferentes dosis de rizoma deshidratado de *Curcuma longa* en el alimento de gallinas comerciales, las cuales fueron evaluadas por un lapso de cuatro semanas, se distribuyó el experimento en cuatro tratamientos, cada tratamiento con 5 repeticiones y cada repetición contaba con 7 aves. Antes de iniciar el experimento se administró una dieta blanca con la intención de disminuir la cantidad de xantofilas, que estas aves tenían almacenadas en sus organismos. El tratamiento #1 fue el testigo al cual no se le aplicó la harina del rizoma deshidratado de curcuma en el alimento, al tratamiento 2,3, y 4 se le agregó en el alimento 350 gramos, 450 y 550 por quintal respectivamente.

Cuando la yema cambió totalmente a un color número uno según el abanico de Roche se inició a dar en el alimento las dosis que anteriormente se mencionaron. Para obtener resultados, se recolectaban diariamente al azar dos huevos de cada repetición para hacer un total de 10 huevos por cada tratamiento. Se midió diariamente el color de la yema, cantidad y peso de huevos recolectados por tratamiento. El peso del ave se evaluó una vez por semana, durante todo el tiempo que tardó el experimento.

Se realizó un análisis de varianza independientemente para cada una de las variables de respuesta, como existieron diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de media de Tukey.

No existió un cambio en la coloración de la yema durante el experimento según como se pudo comparar con el abanico de Roche. Estadísticamente hubo diferencia significativa ($P > 0.01$) en las variables peso del ave y huevos producidos por tratamiento, afectando más a aquellos grupos que consumieron la harina de curcuma en el alimento. La variable peso del huevo no presentó diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos.

El análisis económico evidenció que la harina de curcuma aumenta el costo del alimento y por ende el precio del huevo.

De acuerdo a este estudio, no se recomienda la suplementación de harina de curcuma en el alimento, desde el punto de vista productivo y económico.

X. BIBLIOGRAFÍA.

1. AGUIRRE, V. 2001, Importancia de la Pigmentación de la yema dentro de la percepción de la calidad del consumidor de Huevo. *Avicultura Profesional*,(Holanda), 19(1):26-27.
2. ALONSO, J. 1998. Tratado de Fitomedicina Bases Clínicas y Farmacológicas. Argentina, Ediciones SRL. 439-443p.
3. ARTECHE, A. et al., 1997, Fitoterapia, Vademécum de Prescripción. 3 ed. España, Editorial Masson. p. 176-177.
4. CACERES, A.. 1996, Plantas de Uso Medicinal en Guatemala. Ed. por Lidia Girón y Armando Cáceres. Guatemala, Editorial Universitaria. p. 156-159.
5. CLASSIFICATION FOR Kingdom Plantae Down to Species *Curcuma longa*. 2001. EE.UU. USDA. p. 1. tomado de internet: <http://www.plants.usda.gov>.
6. CRUZ S., J. R., DE LA 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala. Guatemala, M.A.G.A. 42p.
7. CURCUMA LONGA. 2001. *Curcuma longa*. EE.UU. ANN. 1-2 p., tomado de internet <http://www.ann.com.au/herbs/Monographs/curcuma.htm>
8. CURCUMA LONGA. 2001. *Curcuma longa*. EE.UU. Sirisimpex. 1-2 p. tomado de internet <http://www.sirimpex.com/prd9.htm>
9. CURCUMA LONGA. 2001. *Curcuma longa*. EE.UU. Rain_Forest 1-2 p. tomado de internet http://www.rain_forest.com

10. CURCUMA LONGA. 2001. *Curcuma longa*. España. Fitoterapia, 1-3 p, tomado de internet <http://www.fitoterapia.net/plantas/655html>.
11. CURCUMA LONGA. 2000. *Curcuma longa*. EE.UU. Nutrisana. 1-2 p. tomado de internet <http://www.nutrisana.com>
12. FREFICHS, G.; ARENDIS, G.; ZORNIG, H. 1942, Tratado de Farmacia Práctica. Trad. por Enrique Soler, 3era ed. España, Editorial Labor. 1345-1347p.
13. HARMS, R. 1989. Avances en la Pigmentación de Broilers, Industria Avícola. (EE.UU.) 36(3):16-25.
14. HERMAN, A.; WAHL, M. 1991. Pharmacology of *Curcuma longa*. Alemania, Planta Med. p. 1-7,57.
15. KEYS, S. 1976. Chinese Herbs. EE.UU. Tuttle. 75p.
16. LOCK, O., 1997. Colorantes Naturales. Perú. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. 196-200p.
17. OCAMPO SÁNCHEZ, R.A. 2000. Fundamentos de Agrotecnología de Cultivo de Plantas Medicinales Iberoamericanas. Colombia, Publicación del Convenio Andrés Bello y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. 196-197p.
18. PAWLOW, M. 1985. El gran Libro de las Plantas Medicinales Salud a través de las fuerzas curativas de la naturaleza, Trad por J. Tola y Julio Herrero. 5 ed. España, Editorial Everest. 371-372p.
19. PONEDORA, PROGRAMA de manejo. 2000. Alemania, Lohmann Brown. p. 27

20. RAVDRANATH, R. et al. 1980. Absortion and Tissue Distribution of Curcumin in rats. Toxicology (Indian) 16(1980): 259- 265p.
21. CONGRESO CENTROAMERICANO y del Caribe de Avicultura. (15.,2000, Panamá). 2001. Evaluación de los Pigmentos Naturales vs Pigmentantes Sintéticos como Fuentes de color para la Yema de los Huevos del Plato. Ed. por Edgar Santos. Panamá, s.n. p. 432-447.
22. SRIMAL, R. 1997. Turmeric: a brief review of Medicinal Properties. Fitoterapia(Italia) 68(6): 483-493p.
23. TURMERIC NATURES Precious Gift. 2001. s.n.t. 1-6p. tomado de internet.
<http://tejas.serc.iisc.ernet.in/currsci/may25/articles25.htm>.
24. TURMERIC, 2001, Turmeric; Clinically Relevant Conditions, EE.UU. , Puritan, 1-2 p. tomado de internet,
<http://www.puritan.com/healthnotes/herb/turmeric.htm>
25. WILLIAMS, W. D. 1989. La pigmentación en las aves. Avicultura Profesional. (EE.UU.). 7(2):60-68p.

XI. ANEXOS

Costo de Alimento Terminado

Cuadro No.7 Costo del quintal sin harina de curcuma

Cantidad en %	Materia	Costo Inclusión
50.002	Maiz	Q.42.50
28.65	Soya	Q.23.92
5.00	Grasa	Q.6.00
0.00	Curcuma	Q.0.00
2.00	Melaza	Q.0.57
6.00	Afrecho	Q.3.90
0.091	Premezcla	Q.1.75
4.00	Gritt	Q.0.3608
0.5	Fosfato dicalcico	Q.0.68
0.181	Sal	Q.0.06
0.063	Metionina	Q.0.80
0.023	Colina	Q.0.15
0.004	Olaquinox	Q.0.21
6.00	Carbonato de Calcio	Q.0.4620
	Total sin IVA	Q.81.37

Cuadro No.8 Costo de quintal con 350 gramos de harina de curcuma

Cantidad en %	Materia	Costo Inclusión
49.23	Maiz	Q.41.85
28.65	Soya	Q.23.92
5.00	Grasa	Q.6.00
0.770	Curcuma	Q.8.40
2.00	Melaza	Q.0.57
6.00	Afrecho	Q.3.90
0.091	Premezcla	Q.1.75
4.00	Gritt	Q.0.3608
0.5	Fosfato dicalcico	Q.0.68
0.181	Sal	Q.0.06
0.063	Metionina	Q.0.80
0.023	Colina	Q.0.15
0.004	Olaquinox	Q.0.21
6.00	Carbonato de Calcio	Q.0.4620
	Total sin IVA	Q.89.12

Cuadro No. 9 . Costo quintal con 450 gramos de harina de curcuma

Cantidad en %	Materia	Costo Inclusión
49.0109	Maiz	Q.41.66
28.65	Soya	Q.23.92
5.00	Grasa	Q.6.00
0.9911	Curcuma	Q.10.81
2.00	Melaza	Q.0.57
6.00	Afrecho	Q.3.90
0.091	Premezcla	Q.1.75
4.00	Gritt	Q.0.3608
0.5	Fosfato dicalcico	Q.0.68
0.181	Sal	Q.0.06
0.063	Metionina	Q.0.80
0.023	Colina	Q.0.15
0.004	Olaquinox	Q.0.21
6.00	Carbonato de Calcio	Q.0.4620
	Total sin IVA	Q.91.34

Cuadro No. 10: Costo quintal con 550 gramos de harina de curcuma

Cantidad en %	Materia	Costo Inclusión
48.791	Maiz	Q.41.47
28.65	Soya	Q.23.92
5.00	Grasa	Q.6.00
1.211	Curcuma	Q.13.22
2.00	Melaza	Q.0.57
6.00	Afrecho	Q.3.90
0.091	Premezcla	Q.1.75
4.00	Gritt	Q.0.3608
0.5	Fosfato dicalcico	Q.0.68
0.181	Sal	Q.0.06
0.063	Metionina	Q.0.80
0.023	Colina	Q.0.15
0.004	Olaquinox	Q.0.21
6.00	Carbonato de Calcio	Q.0.4620
	Total sin IVA	Q.93.56

Cuadro No. 11: Costo total del experimento

Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Total
120	Gallinas de 65 semanas	Q.17.50	Q.2,100. ⁰⁰
55	Lbs de Curcuma	Q11. ⁰⁰	Q.605. ⁰⁰
10	Quintales de concentrado sin pigmento	Q.81.37	Q.813.70
5	Quintales de concentrado con 350 gramos de pigmento	Q89.12	Q.445.60
5	Quintales de concentrado con 450 gramos de pigmento	Q.91.34	Q.456.70
5	Quintales de concentrado con 550 gramos de pigmento	Q.93.56	Q.467.80
	Mano de Obra realizada por el estudiante		Q.0.00
		Gasto Total	Q4888.80

El pigmento utilizado para la realización de este experimento, fue donado por la empresa Cultivos Palma.

El equipo, las premezclas y las aves de postura fueron otorgados por la empresa Avícola Maria.

HOJA DE RESUMEN SEMANAL DE DATOS RECOLECTADOS

Grupo Experimental: _____ Lote Procedencia: _____

Fecha de Inicio: _____ Edad: _____

Fecha de Finalización: _____ Raza: _____

Saldo Inicio Experimento: _____ Granja: _____

Semana	Prod. Promedio	Mortalidad	Peso de Ave	Peso Huevo Promedio	Color Yema Promedio
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Totales					

HOJA DE REGISTROS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS DIARIOS

Grupo Experimental: _____ Lote Procedencia: _____

Fecha de Inicio: _____ Edad: _____

Fecha de Finalización: _____ Raza: _____

Saldo Inicio Experimento: _____ Granja: _____

Sem.	Fecha	Prod.	Acumulado	Mort.	Saldo	Peso Ave	Peso Huevo	Color yema
1								
2								
3								

Total de Huevos Producidos: _____

Porcentaje Promedio de Producción: _____

Peso Promedio de Ave: _____

Peso Promedio de Huevo: _____

Color Promedio de Yemas: _____

Número de Aves Muertas: _____

**HOJA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS POR
CADA LOTE EXPERIMENTAL**

	Huevos Producidos	Aves Muertas	Peso del Ave	Peso de Huevo Promedio	Color de Yema Promedio
Tratamiento #1					
Tratamiento #2					
Tratamiento #3					
Tratamiento #4					

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE CURCUMIN

No. De Laboratorio	Muestra	Análisis	Resultado
AP2001-0065	Curcuma	Curcumina	5.1%

Fuente: Laboratorio Nacional de la Salud “LNS”, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

Observaciones: El análisis fue realizado por cromatografía líquida de alta resolución.

Figura No 2. Cantidad de huevos producidos por cada tratamiento.

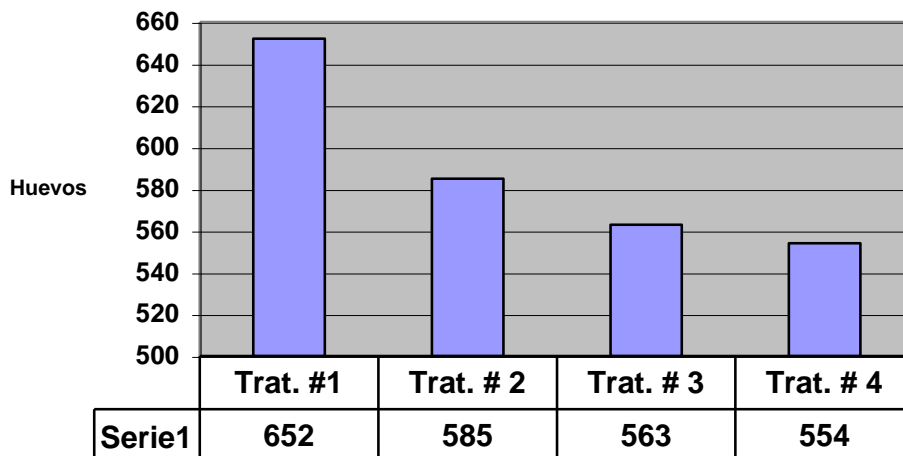


Figura No 3. Cantidad promedio semanal de huevos producidos.

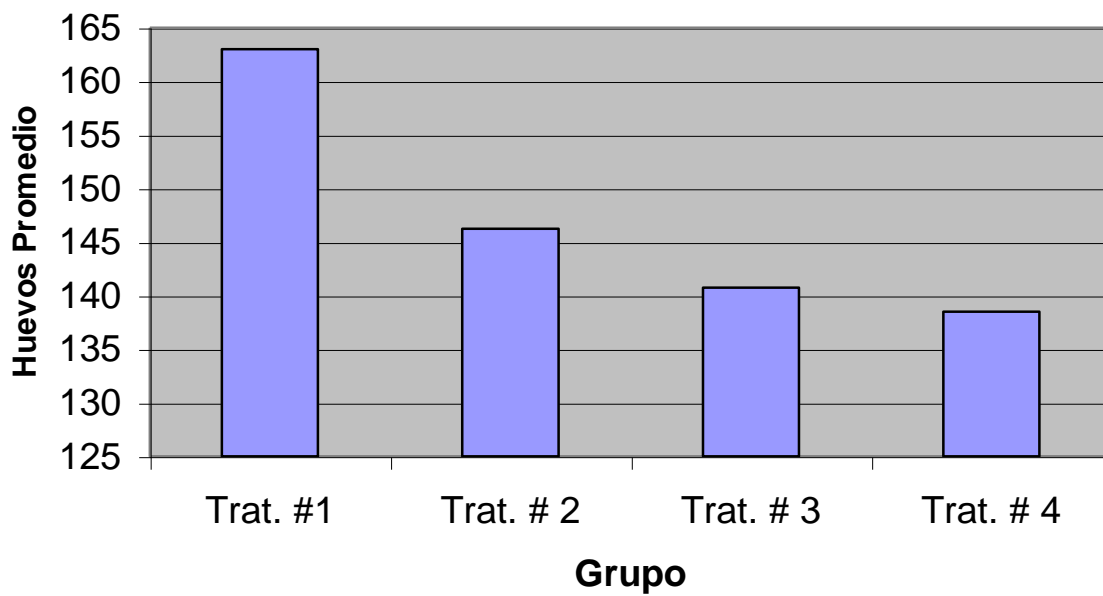


Figura No 4. Porcentaje promedio de producción en cada tratamiento

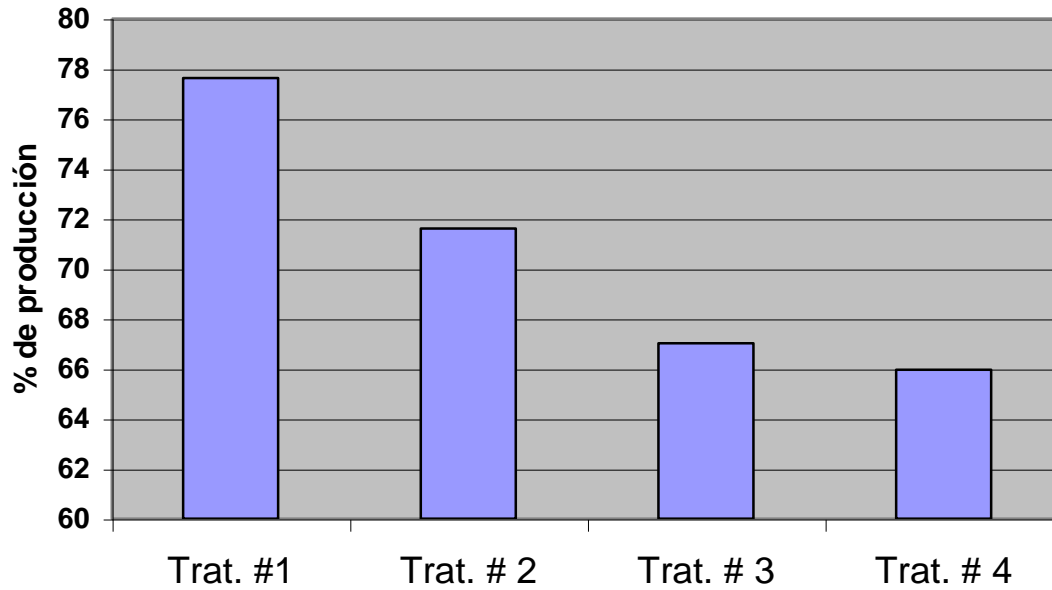
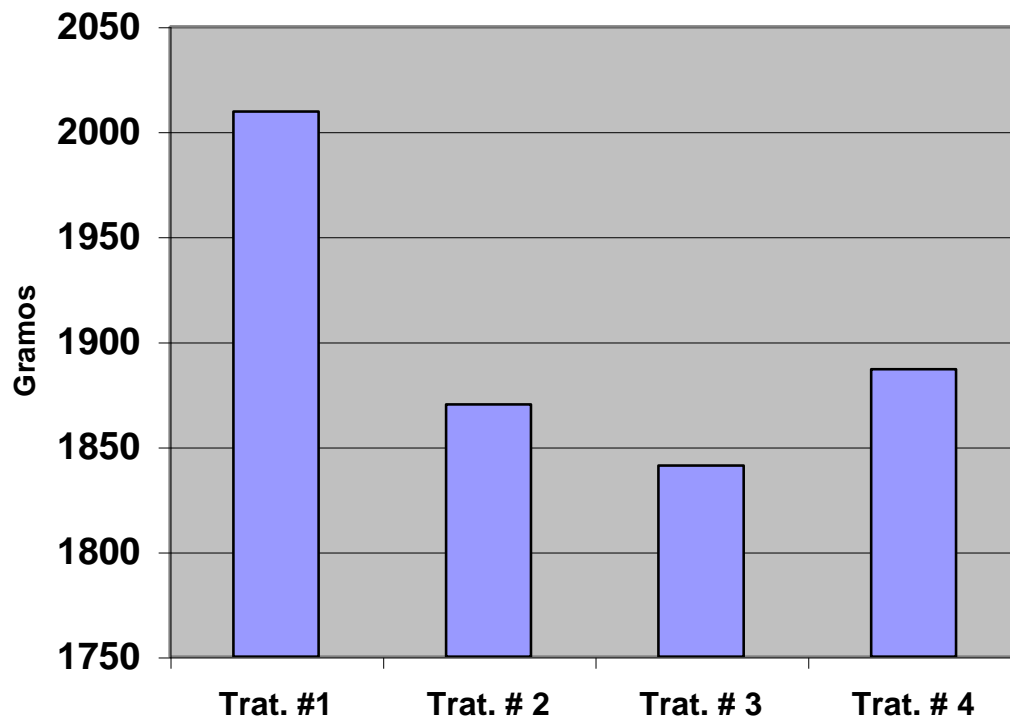


Figura No. 5 Peso promedio del ave en cada tratamiento



Fotografía No. 1 Tratamiento No.1 antes de iniciar el experimento



Fotografía No. 2 Tratamiento No.1 después de 4 semanas con dieta blanca



Fotografía No. 3 Tratamiento No. 2 antes de iniciar el experimento



Fotografía No. 4 Tratamiento No. 2 después de 4 semanas de estar agregando 350 gramos de harina de curcuma en el alimento



Fotografía No. 5 Tratamiento No. 3 antes de iniciar el experimento



Fotografía No. 6 Tratamiento No. 3 después de 4 semanas de estar agregando 450 gramos de harina de curcuma en el alimento



Fotografía No. 7 Tratamiento No. 4 antes de iniciar el experimento



Fotografía No. 8 Tratamiento No. 4 después de 4 semanas de estar agregando 550 gramos de harina de curcuma en el alimento



Br. Juan Gabriel Espino Echeverría

Med. Vet. Lucero Serrano
ASESOR PRINCIPAL

Lic. Zoot. Carlos Saavedra Vélez
ASESOR

Med. Vet. Elizabeth Padilla de Motta
ASESOR

IMPRIMASE

Med. Vet. Mario Eduardo Llerena Quan
DECANO