

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO

FACULTAD DE MEDICINA DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**“EFECTO DE LA HARINA DE HOJAS DE PISONAY (*Erythrina sp*) EN
LA COLORACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO EN GALLINAS DE
POSTURA HY LINE BROWN”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. EDILBERT ANTONY MAMANI TITI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2014

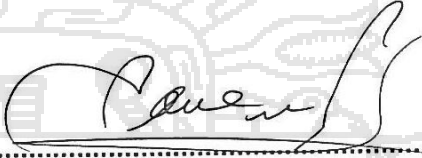
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA


**“EFECTO DE LA HARINA DE HOJAS DE PISONAY (*Erythrina sp*) EN LA
COLORACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO EN GALLINAS DE POSTURA HY LINE
BROWN”**

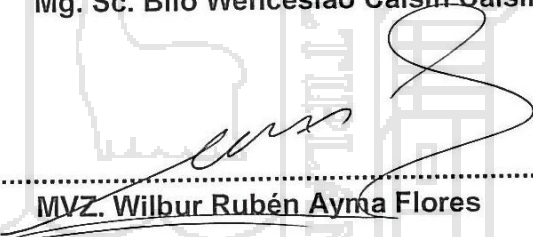
TESIS


**PRESENTADO POR EL BACHILLER EDILBERT ANTONY MAMANI TITI
PARA OPTAR EL TITULO DE MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : 
Ph. D. José Luis Bautista Pampa

PRIMER MIEMBRO : 
Mg. Sc. Bilo Wenceslao Calsín Calsín

SEGUNDO MIEMBRO : 
MVZ. Wilbur Rubén Ayma Flores

DIRECTOR DE TESIS : 
Ms. Agri. Enrique Calmet Uría

ASESOR DE TESIS :
MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva

ÁREA : Nutrición animal

TEMA : Alimentos, forrajes no convencionales

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mi querido padre Rene, y a mi querida madre Juliana, por sus ejemplos de lucha, sus sabios consejos, su comprensión, y por el esfuerzo que realizaron para mi formación, a ellos con cariño mi eterna gratitud. Por verme profesional. Gracias...

A mis hermanos: Yovani y Arnaldo, por el apoyo incondicional y cariño que me brindaron durante mi carrera, que fueron ellos la fuerza para continuar superándome.

A Marilúz, por su amor y cariño que han sido una gran motivación para mí.

A mis amigos (as), Por compartir grandes vivencias que repercutirán constantemente en mi vida.

A Dios.

.....*Gracias con aprecio*.....

Edilbert Antony

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano – Puno y a la gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y a todos y cada uno de los docentes por impartir sus conocimientos a lo largo de mis estudios.

A mi director de tesis al Ms. Agri. Enrique Calmet Uría por su constante apoyo invaluable y acertada dirección para la culminación del presente trabajo.

A mi asesor de tesis al MVZ. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva. Por su apoyo moral, amistad y su incondicional apoyo en la realización del presente trabajo.

Al docente M.Sc. Hugo Deza Calsín. Por su apoyo incondicional y por su asesoría para la culminación de este trabajo.

Al MVZ. Abimael Ortiz Chura. Por sus consejos y dedicación para la ejecución de la tesis.

A mis amigos Raul, Bladimiro y Milagro, por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1. LA GALLINA.....	2
2.1.1. Origen y domesticación	2
2.1.2. Clasificación biológica de la gallina	2
2.1.3. Importancia de la Avicultura	3
2.2. EL HUEVO DE GALLINA.....	3
2.2.1. La yema.....	4
2.2.2. Coloración de la yema de huevo.....	5
2.2.3. Factores que influyen sobre la coloración de la yema de huevo	10
2.2.4. BIOQUÍMICA DE LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA.....	12
2.3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS	14
2.3.1. Producción, peso y tamaño de huevo	14
2.3.2. Ganancia de peso vivo de las gallinas	16
2.4. IMPORTANCIA DE LOS PIGMENTOS EN EL CONSUMIDOR.....	17
2.5. LOS PIGMENTOS Y SU IMPORTANCIA EN LA AVICULTURA.....	18
2.6. GENERALIDADES SOBRE PIGMENTOS.....	20
2.6.1. Colorantes naturales.....	20
2.6.2. Xantófilas.....	22
2.6.3. Carotenos.....	23
2.6.4. Colorantes sintéticos.....	24
2.7. MÉTODOS PARA EVALUAR LA COLORACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO.....	25
2.7.1. Apreciación visual.....	25
2.7.2. Abanico colorimétrico de DSM.....	26
2.8. EL PISONAY (Erythrina sp).....	27
2.8.1. Clasificación científica	27
2.8.2. Descripción botánica del Pisonay.....	28
2.8.3. Ecología.....	29

2.8.4. Distribución.....	30
2.8.5. Valor nutritivo del pisonay.	30
2.8.6. Utilización de pisonay de (erythrina eduli).	31
2.9. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LAS AVES.	32
2.9.1. Contenido nutricional de los principales insumos.....	33
III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1. MEDIO EXPERIMENTAL.....	35
3.1.1. Ubicación.....	35
3.1.2. Instalaciones para la crianza.....	35
3.1.3. Equipos.....	35
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	36
3.2.1 Animales.....	36
3.2. 2. Tratamientos	36
3.3. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.....	39
3.3.1. Metodología para la obtención de harina de hojas de pisonay.....	39
3.3.2. Acondicionamiento de las instalaciones y equipos.....	40
3.3.3. Inicio del ensayo.....	40
3.4. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA COLORACIÓN DE YEMA DE HUEVO	41
3.5. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	41
3.5.1. Producción de huevos.....	41
3.5.2. Peso de huevo.	42
3.5.3. Tamaño de huevo (Longitud y diámetro).....	42
3.5.4. Ganancia de peso vivo.	42
3.5. Metodología para el análisis químico – proximal de pisonay.....	42
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. PRODUCCION DE HUEVO	44
4.2. PESO DE LOS HUEVOS	45

4.3. TAMAÑO DE HUEVO	47
4.3.1. LONGITUD DE LOS HUEVOS.....	47
4.3.2. DIAMETRO DE LOS HUEVOS	47
4.4. COLORACIÓN DE YEMA	48
4.5. GANANCIA DE PESO VIVO	50
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENDACIONES.....	52
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	53

ANEXOS

ANEXO 1. ANVA Y PRUEBA DE DUNNET PARA PRODUCCION DE HUEVOS	63
ANEXO 2. ANVA Y PRUEBA DE DUNNET PARA PESO DE HUEVOS (g)	64
ANEXO 3. ANVA PARA LONGITUD DE HUEVO (cm)	65
ANEXO 4. ANVA PARA DIAMETRO DE HUEVO (cm).....	65
ANEXO 5. ANVA Y PRUEBA DE DUNNET PARA COLORACION DE YEMA	66
ANEXO 6. ANVA PARA GANANCIA DE PESO (kg).....	67
ANEXO 7. Producción (numero) promedio de huevos/día	68
ANEXO 8. Peso promedio de huevos (g) día.....	69
ANEXO 9. Longitud promedio de los huevos (cm)/día	70
ANEXO 10. Diámetro promedio de los huevos (cm)/día	71
ANEXO 11. Coloración de yema	72
ANEXO 12. Ganancia de peso vivo de las gallinas.....	73
ANEXO 13. Composición químico proximal del pisonay (Erythrina sp).....	73

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1. Composición química del huevo.	4
CUADRO 2. Preferencia de los consumidores de acuerdo a la coloración de la yema de huevo en algunos países.....	19
CUADRO 3. Escala de colores del abanico colorimétrico de DSM	27
CUADRO 4. Composición nutricional de hojas y peciols de la Erythrina sp (pisonay).....	30
CUADRO 5. Composición química (% ms) de hojas y peciols de la Erythrina sp	31

CUADRO 6. Requerimientos nutricionales para aves de postura (N.R.C. 1994) .33	
CUADRO 7. Contenido nutricional de los insumos utilizados en las raciones para aves.....34	
CUADRO 8. Requerimientos nutricionales aves en la etapa de postura.....37	
CUADRO 9. Composición de las fórmulas alimenticias TI, TII y TIII para la etapa de postura.38	
CUADRO 10. Aporte nutricional aproximado de las dietas38	

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Producción promedio de huevos/día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....44	
TABLA 2. Peso promedio de huevos (g) día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....46	
TABLA 3. Longitud de los huevos (cm) en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....47	
TABLA 4. Diámetro de los huevos (cm) día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....48	
TABLA 5. Coloración de yema (escala DSM) en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....49	
TABLA 6. Ganancia de peso vivo de las gallinas (kg) en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas.....50	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Producción, peso y tamaño (longitud y diámetro) de los huevos74	
Figura 2. Coloración de yema de huevo.....74	
Figura 2. Ganancia de peso de vivo de las gallinas74	

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la harina de hojas de pisonay (*Erythrina sp*) (HHP) en la coloración de yema de huevo y los parámetros productivos (producción, peso, tamaño de huevos y ganancia de peso) en 48 gallinas de postura Hy-Line Brown de 45 semanas de edad, fueron distribuidas 16 gallinas por tratamiento, la investigación fue conducido bajo un diseño completamente al azar distribuidas en tres tratamientos, el tratamiento I fue la dieta control sin inclusión de pisonay, tratamiento II con inclusión de 3% y tratamiento III con inclusión de 6% de HHP en la dieta. Los requerimientos nutricionales se basaron en las recomendaciones dadas por la NRC. El experimento se realizó en la Granja de Aves y los análisis de muestras en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. Los resultados fueron analizados utilizando la estadística descriptiva y la prueba de Dunnet para comparar las medias. En la coloración de yema mostraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) donde; las gallinas alimentadas con inclusión de 3% y 6% de (HHP) en su dieta produjeron huevos con yemas con mejores calificaciones de coloración (7.06 y 8.66) respectivamente en la escala del abanico colorimétrico de DSM® en relación a los huevos producidos por las aves alimentadas con la dieta control que mostro una puntuación de (4.54). Los resultados de la producción de huevos fueron de (13.45), (14.13) y (12.81) huevos/día en el tratamiento I, II, y III respectivamente presentando diferencia estadística ($P \leq 0.05$) siendo mejor el tratamiento II, Sin embargo, las gallinas alimentadas con tratamiento III produjeron huevos con mejor peso promedio por día (68.15g) en relación a las gallinas sometidas al tratamiento I y II (67.23 g) y (67.04g), respectivamente mostrando diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$). El tamaño de huevo y la ganancia de peso no fueron afectados. Se puede concluir que la HHP en la alimentación de aves produce yemas con mejores calificaciones de coloración.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de aves es una actividad que en los últimos años ha tenido un gran avance en nuestro país, ya que representa una fuente de trabajo muy importante, así mismo proporciona alimentos de alto valor biológico en la alimentación humana.

El color de yema de huevo es considerado como uno de los factores más importantes para el consumo. En buena proporción los consumidores de huevo de gallina asocian el color de la yema de huevo al valor nutritivo y estado de salud de las aves y por ende esta característica determina la oferta del producto. Existen varias fuentes pigmentantes forma natural que tienen una amplia distribución en la naturaleza. En nuestro país crece una leguminosa arbustiva, se le conoce como, pisonay (*Erythrina sp*), Se utiliza como fuente de proteína, está destinado a producir forrajes (hojas y ramas) para alimentación de animales. Las hojas se pueden secar y moler para obtener una harina rica en carotenos de esta forma producir alimentos para aves con el objetivo de dar un mejor color a la piel y yema de huevos de las aves que la consumen. El pisonay es un recurso renovable que crece en forma natural y puede ser utilizado como alimento a un bajo costo, aun no se ha estudiado a profundidad las características nutricionales y pigmentantes.

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la coloración de yema y los parámetros productivos en aves de postura, para tener la posibilidad de aprovechar la harina de hojas de pisonay como alternativa de utilización en la formulación de la ración para aves de postura y de esta forma recomendar el nivel de inclusión en la dieta para la obtención de huevos con yemas pigmentadas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. LA GALLINA

2.1.1. Origen y domesticación

Originaria de la India oriental, Indochina, Java, Sumatra, Borneo, Filipinas, Sonda, Cébeles, Joló, etc. Se desarrolló en la India antes de la última glaciación, se domesticó y fue llevado por los comerciantes a Asia, Arabia y Europa en donde se desarrollaron las razas mediterráneas, livianas o bankivoides. Parece ser que se domesticó por primera vez en la China, produciendo las primeras razas de gallinas, hace unos 7000 años. (Pedraglio, 2007).

2.1.2. Clasificación biológica de la gallina

Reino: Animal

Clase: Aves

Orden: Galliformes

Familia: Faisanidos

Género: Gallus

Especie: Domesticus

(Pedraglio, 2007).

2.1.3. Importancia de la Avicultura

La industria avícola no sólo es importante desde el punto de vista económico, sino que también desde el punto de vista social, ya que la proteína que aporta en carne y huevo, principalmente éste último producto, es de los más baratos. Uno de los factores más importantes para lograr lo anterior, es sin duda la nutrición aviar, ya que ésta representa cerca del 60 al 70 % de los costos de producción. Las necesidades pueden clasificarse en aquellas relacionadas con el mantenimiento corporal y aquellas asociadas con el crecimiento y la reproducción, En las aves el desarrollo del huevo constituye la mayor parte de la reproducción. Si durante el ciclo de vida del ave hay un consumo de alimento que llene las necesidades fisiológicas, la cantidad adicional será almacenada en el cuerpo principalmente como grasa; entonces el engorde ocurrirá solo cuando las otras necesidades de mantenimiento del ave hayan sido satisfechas (Cuca *et al.*, 1990).

2.2. EL HUEVO DE GALLINA.

Diferenciándose de los mamíferos, que nutren al embrión dentro de su cuerpo, paren crías vivas y las amamantan, las aves ponen huevos que contienen sustancias nutritivas suficientes para el completo desarrollo del embrión hasta el momento en que el pollito rompe el cascarón. En la gallina, la formación del huevo como fase de la reproducción, es un proceso continuo (Maynard, 1947)

Desde la antigüedad el huevo de la gallina es uno de los alimentos más importantes para el hombre. Es el alimento que contiene las proteínas más completas y de mayor valor biológico, es considerado el patrón proteico.

Además da origen a un sector específico en el conjunto de la producción ganadera y la industria alimentaria. Los huevos de las aves constituyen un alimento habitual y básico en la especie humana, se presenta protegido por cáscara y su contenido es proteínas principalmente en albúmina que es la clara o parte blanca del huevo y lípidos, de fácil digestión, son el componente principal de múltiples platos dulces y salados, y son un complemento imprescindible en muchos otros debido a sus propiedades aglutinantes (www.saludalia.com).

CUADRO 1. Composición química del huevo.

COMPONENTE	%	PROTEÍNA			
		AGUA %	%	GRASA %	CENIZA %
Huevo entero	100	65,5	11,8	11,0	11,7
Clara	58	88,0	11,0	0,2	0,8
Yema	31	48,0	17,5	32,5	2,0
	%	Carbonato	Carbonato	Fosfato	Materia
			Magnésico	Cálcico	Orgánica
		Cálcico (%)	(%)	(%)	(%)
Cáscara	11	94,0	1,0	1,0	4,0

Potter (1990).

2.2.1. La yema.

La yema o la porción amarilla forma parte de 33% del peso líquido del huevo. Es una dispersión de partículas en una fase acuosa continua o plasma. Contiene toda la grasa del huevo y un poco menos de la mitad de las proteínas (American EggBoard, 1995).

Su contenido graso se distribuye en triglicéridos en un 70% formado por los ácidos grasos palmítico y esteárico, que también forman parte de moléculas de lecitina. A su vez los ácidos grasos oleicos y linoleico forman parte de triglicéridos y en menor cantidad de fosfolípidos. Las proteínas de la yema son esencialmente la fosvitina y la lipovitelina, también se encuentran la lipovitelenina, de baja densidad y ovovitelina proteína globular, las livetinas, procedentes del plasma sanguíneo. Puede presentar una mancha rojiza, que corresponde al disco germinativo, a partir de la cual se desarrollaría el pollo en caso de que el huevo hubiera sido fecundado (Alais y Linden, 1990).

En cuanto a vitaminas; si se exceptúan a la riboflavina y la niacina, la yema contiene una proporción más alta en vitaminas que el cascarón y la clara. Todas las vitaminas del huevo A, D y E se encuentran en la yema. La yema de los huevos es uno de los pocos alimentos que contienen la vitamina D en forma natural. La yema contiene fósforo, manganeso, hierro, yodo, cobre y calcio en mayor proporción que las demás partes del huevo y contiene todo el cinc. En los huevos fértiles, la yema es el sitio de formación del embrión. La yema es la responsable de las propiedades emulsificantes (American EggBoard, 1995).

2.2.2. Coloración de la yema de huevo.

En la actualidad, se conoce que la forma más eficiente para dar coloración a la yema de huevo es mediante la adición de carotenoides pigmentantes en el pienso, los cuales son un grupo muy numeroso y especial de los pigmentos que se encuentran en la naturaleza (Mínguez-Mosquera y Hornero-Méndez, 1993; Surai *et al.*, 2000).

Todos los tejidos verdes de las plantas contienen una amplia cantidad de carotenoides, ubicados en la membrana del cloroplasto (Surai *et al.*, 2000). Siendo los responsables de la mayoría de los colores amarillos, anaranjados y rojos de frutos y verduras, debido a la presencia en su molécula de un cromóforo además de una cadena de dobles enlaces conjugados (Meléndez-Martínez *et al.*, 2004).

Estudios en este tema fueron iniciados a comienzos del siglo XIX cuando Wackernroder aisló un carotenoide amarillo cristalino en 1831. Luego Berzelius en el otoño de 1837 analizando las hojas secas caídas de los árboles que mantenían su coloración amarilla encontró un grupo de pigmentos amarillos a los cuales confirió la denominación de xantófilas (Surai *et al.*, 2000).

La pigmentación está dada necesariamente por estos compuestos liposolubles los cuales se depositan en la fracción insaponificable de la piel, tejido graso o productos como la yema de huevo (Koutsos *et al.*, 2003)

El color de la yema es debido en un 70% a las xantofilas y en un 2% a los carotenos, el resto corresponde a otros pigmentos. Los carotenos y vitamina A que aparecen en algunos piensos en gran cantidad dan una yema pálida, mientras que las xantofilas dan yemas muy subidas de color. Las yemas pálidas por llevar gran cantidad de carotenos y vitamina A son de gran importancia bromatológica pues son más nutritivas que las de color subido. Las yemas pálidas suelen aparecer en los huevos procedentes de la avicultura industrial (Bain, 2001).

Trabajo realizado en gallinas sex-line, negras reporta que con inclusión de 4 %de harina de Leucaena (R1) ,4 % de harina de Lemna en la dieta (R2) y

alimento comercial (R3) (0,10 mg/Kg de carophil) obtuvo valores de 12 en escala de Basf para R1, 10 para R2 y 8 para R3 respectivamente (Rodríguez, 2007).

Las xantófilas son las que se asocian con la pigmentación amarilla de la yema de huevo y también son conocidos como oxicarotenoides los cuales en general son compuestos que presentan una serie de dobles enlaces conjugados y uno o dos anillos con la estructura ionona (Azcon-Bieto y Talon, 1993).

Estos últimos pueden presentarse hidroxilados (monohidroxi-, dihidroxi- y polihidroxi), lo cual los hace diferenciarse en su disponibilidad biológica, así como en su potencia como pigmentantes (Medina y Carreño, 1999).

Dentro de ellas se encuentran las xantofilas monohidroxiladas que incluyen a la zeinoxantina (3'hidroxi- α -caroteno) la cual tiene una fórmula empírica de $C_{40}H_{55}OH$ y la criptoxantina (3-hidroxi- α -caroteno) que tiene una fórmula empírica de $C_{40}H_{55}OH$. La zeinoxantina tiene una efectividad menor de aproximadamente el 50% que la criptoxantina como pigmentador en las aves, se encuentran en el maíz y en el pimiento rojo (Hendry, 1993).

Se encuentran además las xantofilas dihidroxiladas como la luteína (3,3'-dihidroxi-b-e-caroteno) y la zeaxantina con una fórmula empírica de $C_{40}H_{51}(OH)_2$, ambos son los pigmentos principales encontrados en el maíz amarillo, en la pasta de gluten de maíz, en la harina de alfalfa y en los pétalos de caléndula. En el caso de la luteína, puede encontrarse libre o esterificada con uno o dos ácidos grasos obteniéndose así derivados monoéster y diéster. La importancia de la forma en que ésta se presente determina el nivel de absorción del compuesto (Breithaupt *et al.*, 2002).

Con respecto al nivel requerido de xantófilas en una ración para proveer una adecuada pigmentación este puede variar ampliamente dependiendo de la intensidad de pigmentación deseada por el mercado en particular (Naber, 1979; Martínez *et al.*, 2004).

Sin embargo, la concentración necesaria para obtener un color de yema adecuado en la industria productora de huevos (8 en el abanico colorimétrico de Roche) es de 20 a 40 mg por cada kg de alimento en la dieta. Esta cantidad de pigmento en el caso de la harina de alfalfa (100-250 mg/kg) se logra suplementando con un 1 a 7% de la dieta (Marusich y Bauernfeind, 1970).

Es por esto, que se ha hecho necesario utilizar suplementos dietarios con altas concentraciones de xantófilas como harina de clavel amarillo (*Tagetes erecta*) (1076 -1490 mg/kg), pétalos del clavel de muerto (1490 mg/kg), gluten de maíz (200-300 mg/kg), grano de maíz amarillo o amarillo anaranjado (6.5-18.2 mg/kg) y material foliar de rayo de sol (3.3 mg/kg) (Hencken, 1992). Como fuente de pigmentación alternativa también se menciona a la rosa mosqueta (afrecho) la cual con un 4 % de suplementación en la dieta ha entregado valores de 7 en el abanico colorimétrico de Roche (Herrera, 1982).

Cabe mencionar que el contenido normal de xantófilas en un huevo de gallina es de 0.3 a 0.5 mg/g de yema, siendo más de un 50% correspondiente a luteína, la cual en estudios realizados ha demostrado tener una eficiencia de transferencia a la yema de huevo cercana al 10% con 125 mg/kg en la dieta y una coloración de 12 a 13 en el abanico

colorimétrico de Roche (escala de 1 a 15). En cambio al aumentar la concentración de luteína en la dieta la eficacia de fijación disminuye. Así tenemos que con niveles de 500 mg/kg de suplementación se alcanza un 2 o 3% de eficiencia obteniendo valores de 13 a 14 en el colorímetro de Roche (Williams *et al.*, 1963; Leeson y Caston, 2004).

En investigaciones que han evaluado la eficacia de transferencia de las xantofilas al huevo, los resultados han demostrado que la astaxantina y equinenona presentan una deposición ineficiente, la cual es de alrededor de un 4 a 16%, a su vez la zeaxantina ha mostrado tener una eficiencia de un 24 al 28% impartiendo una coloración amarillo-naranja a la yema de huevo (Marusich y Bauernfeind, 1970; Hencken, 1992).

En relativo al depósito de pigmentos en tejidos específicos es necesario señalar que además de la afinidad del pigmento, es importante administrar la cantidad apropiada de éste en la dieta, asociado con la capacidad del ave para digerir, absorber y metabolizar (Fletcher, 1992).

Trabajo realizado con inclusión de 10, 20 y 30 gramos de harina de morera (*Morus alba*) en la ración para ponedoras mejoró notablemente la pigmentación de la yema de huevos lográndose la mayor puntuación de 11.25 frente a la dieta control que solo obtuvo una puntuación de 3.50 en el abanico colorimétrico de Roche, pero en cuanto a las variables productivas la ponedoras alimentadas con la dieta testigo respondieron mejor (Holguin, 2011).

Está establecido que la gallina deposita selectivamente las xantófilas en la yema de huevo a partir de su alimento, el cual ingresa a un proceso

digestivo que comprende cuatro etapas principales: absorción, transporte, capacidad de evitar alteraciones metabólicas y por último, incorporación al tejido metabólico (Scott *et al.*, 1968).

2.2.3. Factores que influyen sobre la coloración de la yema de huevo

Existen diversas causas que provocan variaciones en la pigmentación de la yema de huevo, además de la cantidad y el tipo de xantofilas disponibles en el alimento.

En una serie de experimentos en el que se compararon la consistencia de la deposición de pigmentos en la yema de huevo en gallinas Leghorn blanca usando carotenoides sintéticos (β -apo-8'-carotenal) y algunas fuentes naturales de xantofilas, observaron: a) la capacidad genética de absorber y depositar xantofilas en la yema de huevo varía entre aves; b) algunas xantofilas pigmentan más eficientemente la yema de huevo que otras y, c) algunas fuentes de xantofilas proporcionan buena pigmentación hasta ciertos niveles y luego tienden a disminuir conforme se eleva el nivel de éstas en la dieta (Scott *et al.*, 1968)

La eficacia pigmentante de los carotenoides en yema de huevo viene determinada principalmente por dos factores: la deposición del carotenoide en la yema de huevo y el color del carotenoide (Nelson *et al.*, 1990).

La deposición en la yema de huevo de los carotenoides que se adicionan a la dieta de las gallinas depende fundamentalmente de la propia molécula del carotenoide. A medida que el contenido de carotenoides en el pienso aumenta, la concentración de los mismos en la yema de huevo se incrementa en la misma proporción. Otros factores dietéticos también

pueden influir en la coloración. La grasa, por ejemplo, puede incrementar la absorción de carotenoides en la yema de huevo (Hamilton y Parkhust, 1990).

Pero si es insaturada puede ocasionar todo lo contrario. Al aumentar considerablemente el contenido de vitamina A en el pienso se disminuye el contenido de carotenoides en la yema. Un pienso que con tenga altos niveles de harina de semillas de algodón provocará una cierta decoloración en la yema (Panigrahi y Plumb, 1996).

El estado sanitario de las ponedoras también va a afectar al color de la yema. Enfermedades como la coccidiosis reducen la coloración de las yemas de huevo; la inoculación de *Eimeria acervulina* interfiere con la absorción de carotenoides en el intestino delgado descendiendo de los niveles de carotenoides en el plasma. Los factores genéticos también influyen en la pigmentación, al igual que el sistema de alojamiento de los animales. Existen ligeras diferencias en la coloración de las yemas según el tipo de estirpe. Una vez producidos, las condiciones bajo las que son almacenados los huevos pueden afectar así mismo al color de la yema: el tiempo y la temperatura de almacenamiento afectan a la intensidad e incidencia del moteado de las yemas (Panigrahi y Plumb, 1996).

Existen factores tales como genética, enfermedades gastrointestinales, antibióticos, grasas adicionales, procesos de hidrólisis o saponificación de las xantófilas, suplementación con Vitamina A y E, así como también condiciones de alojamiento y ciertos ingredientes como harina de pescado, harina de carne y micotoxinas que son responsables de la obtención de

peores o mejores resultados en cuanto a pigmentación (Williams, 1989; Chi Calán *et al.*, 1995; Surai *et al.*, 2000).

Con el tiempo, los compuestos con fines pigmentantes han sido objeto de muchas investigaciones por sus convenientes propiedades comerciales, como por ejemplo su origen natural, baja toxicidad y alta versatilidad, esto sumado a las restricciones en diversas certificaciones de colorantes con fines alimenticios han estimulado el interés en producción comercial para el desarrollo de colorantes naturales los cuales no necesitan de certificación y pueden ser usados sin cuestionamiento alguno (Vilar Da Silva *et al.*, 2000; Çinar, 2003).

2.2.4. BIOQUÍMICA DE LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA.

No todos los carotenoides llegan a la yema de huevo. Por ejemplo el conocido beta-caroteno se transforma completamente en vitamina A y es metabolizado por el cuerpo del ave. El beta-caroteno no tiene ninguna influencia en el color de la yema. El caso del carotenoide cantaxantina es diferente ya que las aves solo convierten el 30 % en vitamina A. El resto es almacenado en la yema de huevo como sustancia protectora, proporcionando al huevo un tono amarillo dorado. (www.yellow-egg.com/wspanisch/das.htm)

Las xantófilas por ser sustancias lipídicas, tienen un metabolismo similar al de las grasas (Williams *et al.*, 1963). Su digestión no comienza hasta llegar al duodeno. La presencia de comida en el duodeno estimula la secreción de hormonas intestinales (colecistoquinina) produciendo la contracción de la vesícula biliar y la secreción de jugo pancreático. Los movimientos

antiperistálticos que tienen lugar en el duodeno permiten la entrada del quimo de vuelta en la molleja favoreciendo la mezcla de las grasas con las secreciones digestivas. Debido al carácter insoluble de las grasas las sales biliares son imprescindibles para emulsionar los glóbulos formados y la lipasa pancreática se encarga de la hidrólisis posterior. Los productos de la hidrólisis (monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres) se incorporan en micelas en un proceso denominado solubilizaciónmicelar. Las micelas liberan sus contenidos en las proximidades de la mucosa intestinal, atravesando la membrana celular mediante difusión pasiva. La absorción de las grasas ocurre principalmente en el yeyuno (Blas y Gonzales, 1991).

Debido a que el sistema linfático de las aves no es del todo desarrollado, una vez terminado el proceso de digestión y absorción, los carotenoides son transportados al hígado a través de los portomicrones para así alcanzar la circulación general y los distintos tejidos entre los cuales se cuenta el ovario y el óvulo (Surai *et al.*, 2000).

Es importante señalar que las xantófilas, después de su absorción al torrente sanguíneo, pueden volver al tracto intestinal para ser eliminadas en las heces o bien ser reabsorbidas (Williams, 1989).

Se establece que el proceso de depósito de las xantófilas en la yema es una fase rápida, que comienza entre las 4 a 8 horas después de la ingestión, sin embargo, algunos autores señalan que la deposición no ocurre hasta las 48 horas posteriores al consumo de la dieta (Williams *et al.*, 1963).

Una vez en la yema se concentran en los lipocromos que son solubles en las grasas, esto genera que se tiendan a concentrar y almacenar en la yema y tejido adiposo, no siendo fácil su excreción desde este lugar (Surai *et al.*, 2000).

En cuanto al tiempo necesario para provocar cambios de pigmentación en las yemas de huevo, en dietas libres de xantófilas como con cantidades relativas de éstas, se han establecido de manera relevante variaciones hasta el día 13 en el cual las mediciones de longitud de onda de extractos analizados de yemas de huevos han tendido a permanecer constantes o con diferencias mínimas, esto se justifica debido a la dinámica de producción de óvulos que presenta la ponedora, la cual establece una etapa de crecimiento rápido que tarda aproximadamente 9 días en disponer de un óvulo con características óptimas para ser fecundado, lo que significa que los óvulos pequeños al comenzar la fase de crecimiento rápido comenzarían a ser pigmentados por los compuestos presentes en la dieta y por lo tanto al momento de la postura expresarían la concentración de carotenoides que existió durante este periodo de tiempo (Williams *et al.*, 1963; Hinton *et al.*, 1974; Nelson *et al.*, 1990).

2.3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

2.3.1. Producción, peso y tamaño de huevo

En aves se han probado diferentes sistemas de alojamiento y distintas técnicas de manejo, buscando optimizar su producción y rentabilidad al mejorar los factores ambientales. En gallinas ponedoras, las condiciones ambientales desfavorables de temperatura, luminosidad, humedad relativa y la concentración de amoníaco son afectadas por el tipo de caseta, que

reducen su productividad, no sólo en la tasa de postura, peso y calidad de los huevos, sino también con un deterioro de la ganancia de peso, aumento de la mortalidad y efecto negativo sobre el consumo de alimento. A temperaturas superiores a 27°C, las gallinas ponedoras comienzan a sufrir y bajan su producción (www.institutohuevo.com).

Según la Norma Española (1995) El tamaño del huevo es determinado en gran parte por la genética del ave, pero dentro de éste parámetro definido, podemos alterar ya sea el aumento o la disminución del tamaño del huevo por medio del manejo según las necesidades del mercado. A las áreas de manejo que se debe prestar atención para obtener los resultados deseados son:

- Peso corporal a la madurez: Entre más grande sea el peso corporal del ave al poner el primer huevo, más grandes serán los huevos durante todo el período de postura.
- Tasa de madurez: En general entre más temprana sea la edad en que el lote empiece a producir, el tamaño del huevo será más pequeño, y de la misma manera entre más tarde sea la edad de la madurez más grande será el tamaño del huevo. Los programas de iluminación pueden ser manipulados para retardar o estimular la madurez y por lo tanto aumentar o disminuir el tamaño promedio del huevo.
- Nutrición: El tamaño del huevo puede ser influenciado por el consumo de nutrientes como la proteína, la metionina, la energía dietética, el ácido linoléico y posiblemente la isoleucina y la treonina. Típicamente un aumento en uno o más de estos nutrientes por encima del consumo recomendado tenderá a mejorar el tamaño del huevo temprano. Por ejemplo, 435 mg de

metionina por ave por día típicamente resultará en un aumento en el tamaño de huevo temprano, esto es asumiendo que los otros nutrientes que pueden influenciar el tamaño del huevo sean adecuados.

La edad del ave ponedora es el factor más importante que incide sobre el tamaño del huevo. Entre otros factores se puede mencionar, el volumen corporal, raza (factor correlacionado con el peso del ave), edad de postura del primer huevo, temperatura ambiental, postura en jaula o en piso, alimentación del ave, porcentaje de inclusión proteica y estado de salud del ave (Scholtyssek, 1970; North y Bell, 1990).

El tamaño del huevo se relaciona en mayor medida con el contenido de yema, que con la cantidad de albúmina. Un aumento en el contenido proteico de la dieta, provoca un aumento significativo en el tamaño del huevo. Por lo tanto, el consumo excesivo o deficitario de proteínas, provocará una alteración en el peso del huevo (North y Bell, 1993).

El peso de los huevos es afectado cuando se incluye en 4 y 6 % de harina de hojas de *Leucaena* en raciones en base a maíz y sorgo para ponedoras (Reyes y Meyrat, 1983).

2.3.2. Ganancia de peso vivo de las gallinas

La ganancia de peso vivo en las aves está condicionada a varios factores: concentración de amoníaco, humedad, temperatura e intensidad lumínica cuando estas condiciones son desfavorables hay menores ganancias de peso debido a desordenes respiratorios que en conjunto con el aumento de la tasa respiratoria disminuye el apetito y por tanto el consumo de alimento.

La interrupción de la luz ocasiona que las gallinas tengan un menor peso y menor grasa en la canal (www.institutohuevo.com).

2.4. IMPORTANCIA DE LOS PIGMENTOS EN EL CONSUMIDOR.

Como ya se ha indicado, la principal función fisiológica de los carotenoides es su actividad como provitamina A, función que por causas estructurales sólo puede desarrollar algunos carotenoides. Junto a esta función, se describe la capacidad antioxidante como la más representativa de los carotenoides, y que se hace extensiva a todos ellos con o sin actividad provitamínica. Los carotenoides inhiben el proceso de auto-oxidación lipídica, por lo que su presencia en las membranas celulares evita los consecuentes procesos negativos. Reaccionan además con otros radicales de múltiple naturaleza, como por ejemplo los formados durante el metabolismo de compuestos xenobióticos. En el desarrollo de esta función está basada la correlación entre luteína y zeaxanteno y la disminución del riesgo de degeneración macular, una enfermedad que provoca ceguera y que tiene un elevado nivel de incidencia en la tercera edad. En el estrés oxidativo y la génesis de radicales libres están basadas la aparición de procesos degenerativos como ciertos cánceres y tumores, las enfermedades cardiovasculares, la depresión del sistema inmune, etc. Por tanto, la implicación de los carotenoides en la inhibición o reducción del estrés oxidativo, participando como antioxidantes sería el principal mecanismo de acción de estos compuestos y la caracterización de ellos como anticancerígenos e inmunoactivadores (Bauernfeind, 1972).

Los carotenoides se ingieren con la dieta en forma libre, como ésteres o unidos a proteínas. En la parte alta del intestino se incorporan a las micelas lipídicas junto con ésteres de retinilo, triglicéridos, fosfolípidos y ésteres del colesterol que serán objeto de la acción de enzimas proteolíticos, estererasas del jugo pancreático y ácidos biliares. Los carotenoides libres difunden por la capa glucoproteica de las células epiteliales del intestino. En términos generales, se considera que a dosis fisiológicas la absorción se realiza por difusión pasiva, aunque la cinética y transporte en plasma difiere entre ellos, posiblemente, debido en parte a su polaridad, disminuyendo la cantidad absorbida a dosis elevadas de ingesta (Parker, 1996).

También se ha demostrado que la luteína ejerce una acción antiinflamatoria con un importante papel en la prevención de enfermedades coronarias y desarrollo de algunos tipos de cáncer (Dwyer y col., 2004)

2.5. LOS PIGMENTOS Y SU IMPORTANCIA EN LA AVICULTURA

La preferencia por una tonalidad de color más intensa en cuanto a la coloración de yema de huevo, difiere tanto como las culturas de diferentes países. Algunas encuestas realizadas en supermercados han ayudado a definir estos matices, así como situar las diferentes preferencias culturales. Estudios realizadas recientemente en Alemania, Francia, Italia, España y Polonia indican que los consumidores de estos países asocian colores de yema naranja- rojizo con una mejor calidad de huevo, y realizan sus compras de dichos productos de acuerdo a este criterio. Esta preferencia está asociada en la mente del consumidor a una buena salud de las gallinas, influye en el comportamiento de compra e induce a asociar que un huevo de

color de yema preferido tiene una mayor calidad. Es importante conocer las preferencias del consumidor de modo que se tengan en cuenta, haciendo conocer al productor avícola suministrar huevos con el color de yema que demanda un determinado mercado, el color de la yema que se considera más apetitoso y de mayor calidad (Williams, 1992).

CUADRO 2. Preferencia de los consumidores de acuerdo a la coloración de la yema de huevo en algunos países.

Países	Intervalo	Valor deseado
Argentina	7 a 12	8
Brasil	8 a 15	11
Chile	10 a 12	11
España	11 a 13	13
USA	7 a 10	9
México	9 a 12	11
Irlanda	7 a 10	9
Perú	7 a 12	9
Venezuela	7 a 11	8
Becerril <i>et al</i> (1988)		

2.6. GENERALIDADES SOBRE PIGMENTOS.

2.6.1. Colorantes naturales.

En sentido estricto, sólo sería natural el color que un alimento tiene por sí mismo. Lo que puede generalizarse a los colores presentes de forma espontánea en otros alimentos y extraíbles de ellos. Los colorantes naturales son considerados en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los pigmentos artificiales. Incluyen a los carotenoides y xantofilas, que comprenden son un amplio grupo de pigmentos vegetales y animales. Es común que en las dietas que se formulan para pollos de engorda y para gallinas ponedoras se incluyan fuentes naturales de pigmentos como el maíz amarillo, gluten de maíz amarillo, harina de alfalfa, extractos de xantofilas de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) y de chiles, así como pigmentos sintéticos (Gordon y Bouernfeind, 1982).

Los Carotenoides y xantofilas son un amplio grupo de pigmentos vegetales y animales. Los carotenoides utilizados en la fabricación de los alimentos se pueden obtener extrayéndolos de los vegetales que los contienen. Se han utilizado desde hace muchos años para colorear productos lácteos y su color amarillo puede acelerarse por calentamiento, lo que facilita la obtención del color deseado. La capsantina es el colorante típico del pimiento rojo y del pimentón. Sus aplicaciones en la fabricación de embutidos son conocidas. El licopeno es el colorante rojo del tomate y los carotenos están ampliamente distribuidos entre los vegetales, especialmente el beta- caroteno, que es también el colorante natural de la

mantequilla (Peto *et al.*, 1981) En general estos compuestos se caracterizan por ser en su mayoría insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos como éter de petróleo, hexano, tolueno, etanol y metanol (Ramnathan, 2002).

Además, se estima que su producción en la naturaleza alcanza las 100.000.000 de toneladas anuales. Es importante mencionar que la pigmentación está dada necesariamente por estos compuestos liposolubles los cuales se depositan en la fracción insaponificable de la piel, tejido graso o productos como la yema de huevo (Koutsos *et al.*, 2003).

Únicamente las plantas sintetizan estos compuestos pues los animales carecen de esta aptitud pudiendo modificar sólo parte de la estructura original de éstos al ingerirlos. Con respecto a la conversión de carotenoides, ésta es específica para cada especie animal, siendo la utilización y transformación de estos compuestos pigmentantes más restrictiva en el caso de los mamíferos y aves, existiendo sin embargo entre estos dos grupos diferencias significativas (Hencken, 1992).

Dentro de los carotenoides podemos distinguir dos grupos: los carotenos y las xantófilas. Los carotenos (B -caroteno y licopeno) son hidrocarburos que han demostrado no tener influencia en la pigmentación con un bajo depósito en el plasma y en la yema de huevo, sin embargo, en dietas que han utilizado como única fuente de pigmento el B-caroteno, se ha logrado aumentar la deposición y entregar una mayor intensidad de pigmentación, principalmente por un efecto de saturación del color (Damron *et al.*, 1984).

2.6.2. Xantófilas.

Las xantófilas son derivados oxigenados de los carotenoides, usualmente sin ninguna actividad como vitamina A. Estos colorantes tienen poca importancia como aditivos alimentarios directos. Sólo la cantaxantina y la astaxantina, de color rojo semejante al del pimentón, se utilizan a veces debido a su mayor estabilidad. Son en cambio muy importantes como aditivos en el alimento suministrado a las truchas o salmones criados en piscifabrics, y también son suministrados en las dietas de gallinas ponedoras. El objetivo es conseguir que la carne de los peces o la yema de los huevos de gallinas tengan un color más intenso. El colorante utilizado en cada caso concreto depende de la especie animal de que se trate, y suele aportarse en forma de levaduras del género *Rhodotorula* o como algas *Spirulina*, más que como sustancias químicas aisladas (Simpson, 1982).

En general las xantófilas son más disponibles, pero también menos estables, si se encuentran en forma libre que si están unidas a la estructura celular. No obstante, se ha comprobado la existencia de pequeños procesos metabólicos que suelen ocurrir durante un período de almacenamiento o en etapas de extracción de pigmentos, como es el caso de la oxidación, isomerización, saponificación y acilación los cuales no afectan de manera significativa la estructura básica de las moléculas carotenoideas (Hencken, 1992).

En este sentido, el ejemplo típico es la alfalfa, cuyo poder pigmentante no es mayormente afectado y por el contrario su asimilación por parte del ave se

ve mejorada debido a que la célula se rompe por el proceso de triturado o extracción provocando un mejor resultado (Blas y Gonzales, 1991).

Las xantofilas son pigmentos que poseen oxígeno en su molécula lo que les confiere un carácter polar. Están siempre presentes en estructuras vegetales (frutos, flores, hojas y tallos) en las plantas superiores y en mayor concentración que los carotenos. Sin embargo, existen diferencias en la disponibilidad entre los distintos grupos de vegetales (Godwin, 1984).

En las plantas superiores, los carotenoides predominantes son la luteína y los B- carotenos seguidos de otros tales como violaxantina y neoxantina (López- Hernández et al., 1993).

2.6.3. Carotenos.

Los carotenos son un grupo numeroso de pigmentos, muy difundidos en los reinos vegetal y animal. Poseen colores que van desde el amarillo-naranja al púrpura. Son insolubles en agua aunque se disuelven en grasas y en disolventes orgánicos; se les clasifica como pigmentos lipocromos. En la actualidad se conocen más de 800 carotenos (Ong y Tee, 1992).

Los carotenos son terpenos de 40 carbonos, que se encuentran como pigmentos fotosintéticos o complejos proteínicos en plantas superiores y bacterias fototróficas, incluyendo las cianobacterias. Actualmente se han aislado más de 400 compuestos en plantas, animales y hongos. En el caso de las plantas el principal interés está dado por la función que desempeñan en la célula, como es el caso de la síntesis de astaxantina en las microalgas,

la cual se sintetiza como una función de fotoprotección (Borowitzka et al., 1991; Boussiba y Vonshak, 1991; Kobayashiet al., 1997).

Los carotenos incluyen α -, β - y e-caroteno, los únicos que poseen actividad como vitamina A. Siendo el β - caroteno el más activo. Estos carotenos, conjuntamente con el gamma-caroteno, el licopeno y la luteína (que no tienen actividad como vitamina A, parecen ofrecer protección contra el cáncer de pulmón, colorectal, glándulas mamarias, útero y próstata (Bendich y Olson, 1989).

Los Carotenos son Pigmentos de color rojo, amarillo o tomate, de todos ellos el más activo es el Beta caroteno. Los Carotenos, además de su papel como vitamina A actúan como antioxidantes y anticancerígenos en el organismo; jugando un importante papel preventivo en algunas enfermedades degenerativas (www.tecnologiahechapalabra.com).

2.6.4. Colorantes sintéticos.

El coloreado artificial de los alimentos es una actividad que data desde la antigüedad, pero alcanzó su apogeo con el desarrollo en el siglo XIX de la industria de los colorantes orgánicos de síntesis; ya en 1860 se coloreaba el vino en Francia con fuscina; más adelante se colorearon los macarrones y la mantequilla con dinitrocresol, etc. En los últimos años la preocupación por la seguridad de los alimentos, y la presión del público, ha llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y sustituir cuando es tecnológicamente factible los colorantes artificiales por otros naturales.

La necesidad de reducir los costos de alimentación en la avicultura, ha favorecido la utilización de sustancias pigmentantes muy baratas como los sudanes rojos, que a diferencia de las inocuas xantofilas, representan un riesgo para la salud de quienes lo consumen. Los sudanes se metabolizan y almacenan en el hígado y se transforman en productos carcinogénicos, son liposolubles y tienen efectos aditivos y nocivos a largo plazo (Noonan y Meggos, 1980).

2.7. MÉTODOS PARA EVALUAR LA COLORACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO.

El análisis del pigmento y la evaluación del color son conceptos muy diferentes, aun cuando se les emplea como sinónimos. La pigmentación se puede situar como deposición del pigmento que puede afectar la propiedad de reflejar la luz de un objeto y por lo tanto alterar el color. El color es la propiedad de un objeto en términos de como la luz es reflejada por este objeto (Branellec, 1989).

2.7.1. Apreciación visual.

La evaluación del color se puede hacer subjetivamente mediante el ojo humano, con base o no en una norma visual. Las comunes son el abanico de roche, el de purina, las tarjetas de color de Hoechst y otras. La evaluación se hace empleando una escala numérica cuya interpretación es fácil y que se relaciona con las condiciones de mercado. En el caso del abanico de roche la escala numérica presenta valores de 1 al 15 (amarillo – rojo) (Lastcha, 1988).

2.7.2. Abanico colorimétrico de DSM.

El Abanico de Color de Yema DSM de la empresa Nutritional Products es el instrumento que se usa habitualmente para medir el color de la yema de huevo y que ha sido aceptado como estándar en la mayoría de los países del mundo. La necesidad de una medición práctica y precisa del color de la yema está cubierta con el abanico de color de DSM. Cada hoja del abanico refleja un color que ha sido medido de forma objetiva y es por ello por lo que se podrá posteriormente reproducir el mismo en la propia yema. Este Abanico proporciona una forma sencilla de medir y evaluar el color de la yema. Sin embargo, deberán seguirse las siguientes directrices para asegurar la precisión en la determinación del color.

El método consiste en una comparación visual entre la yema bajo prueba y áreas de una escala de color en forma de abanico, que cubre el rango entero de colores naturales de yemas, yendo de amarillo verdoso hasta naranja profundo. Los quince tonos presentes fueron seleccionados de la banda de yemas ubicadas en el triángulo de color de la comisión internacional de iluminación. Cada uno de los quince tonos puede ser fácilmente diferenciado por el ojo humano en 10 condiciones normales. Los grados de color son coordenados y situados cromatográficamente entre el rango de colores presentes normalmente en las yemas de huevo. La evaluación debe llevarse a cabo contra un fondo neutro, sea blanco, gris o negro, para eliminar el efecto de colores adyacentes.

Debe preferirse luz difusa y si se hacen estudios de comparación de pigmentación, debe efectuar la determinación un mismo observador. Este

método ha sido utilizado por numerosos investigadores quienes han encontrado una alta correlación entre el método visual con los métodos químicos colorimétricos o con el método del espectrofotómetro (Williams, 1989)

CUADRO 3. Escala de colores del abanico colorimétrico de DSM

COLORES	INTERVALOS
Amarillo pálido	1- 4
Amarillo	5 -7
Amarillo encendido	8 – 9
Naranja pálido	10 – 12
Anaranjado encendido	13 – 15

(Williams, 1989)

2.8. EL PISONAY (*Erythrina sp*)

2.8.1. Clasificación científica

Reino : Vegetal

División : Tracheophyta

Clase : Angiospermae

Orden : Leguminosae (Fabales)

Familia : Fabácea

Nombre científico : *Erythrina edulis*

Nombres comunes : Chachafruto, Balú, Nupo, Fríjol nopaz, Basul,

Guimo, Habijuela, Sachafruto, Poruto, en Colombia

Guato, Porotón, Cañaro, Camporoto, Frijol de monte,

Pajuro en el Ecuador, Pisonay, Anteporoto, Pasugua,

Sachaporoto, Pisonay, en Perú

Etimología : El nombre genérico *Erythrina* proviene del griego

Erythros que significa rojo por el color predominante de la flor.

2.8.2. Descripción botánica del Pisonay.

El pisonay es un árbol de hasta 10 m de altura, armados con agujones pequeños y ramas pronunciadas, Presenta hojas coriáceas, envés de las hojas glabras; pinnadas con la vena principal o raquis pulverulento. Los folíolos son enteros generalmente con estipulas de formas ovales, elípticas, acuminadas en ápice, comúnmente miden de 10 a 20 cm de largo y de 5 a 15 cm de ancho, con pedicelo de 3 a 8 mm de largo. Presenta flores pulverulentas, típicamente papilionáceas, con pedúnculo floral que mide aproximadamente de 3 a 18 mm de largo. El cáliz es bilabiado, delgado, de aproximadamente 1cm de largo y de 8 a 10 mm de ancho. Las flores presentan un estandarte ancho y elíptico de 2 a 3 cm de largo con alas muy pequeñas, miden de 3 a 6 mm de largo y se encuentran ocultas en el cáliz; la quilla es frecuentemente lobado. Todas las especies (menos una de la cual son verdes) son rojas o anaranjadas. El Fruto Es una legumbre coriácea, ancha, oblonga lineal moderadamente comprimida entre la inmensa semilla tierna, irregularmente dehiscente, de 15 a 25 cm de longitud

y por lo general contiene seis semillas en cada vaina, con estrías entre las semillas (Martel, 1989).

El pisonay pertenece al género *Erythrina* (del griego erythros: rojo por el color de sus flores) y a la sub familia Papilionoideae, es un árbol que prefiere zonas húmedas, con lluvias anuales superiores a 1400 mm. Tiene una altura promedio de 8 m (hasta 14 m) y un diámetro de tronco de 24 cm hasta 47 cm. Posee espinas en las ramas y ramitas terminales y en arboles jóvenes las hay también en el tronco. Las hojas están compuestas de tres partes o laminas; tienen espinas en los peciolo y nerviaciones, son de color verde claro y se caen del árbol en buena parte cuando está iniciando la floración. A los 18 meses de siembra, se inicia el proceso de podas para producción de forraje; esta poda se debe realizar cada 4 meses o 3 podas al año (Acero, 2002).

2.8.3. Ecología.

El pisonay, está confinada a altitudes de 1000 a 3000 m.s.n.m. aunque se encuentra a elevaciones más bajas (Krukoff, 1939).

Borja y Lasso (1990), señalan que es una especie del bosque húmedo Tropical y bosque muy húmedo Montano Bajo. Generalmente se la encuentra al borde de chacras o huertos en un número reducido, asociado con cultivos agrícolas o pastos, prefiere áreas con riego donde la producción de fruto se incrementa (Martel, 1989).

2.8.4. Distribución.

El género *Erythrina* cuenta con 108 especies de árboles, arbustos y algunas hierbas. *E. edulis* se encuentra en Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Panamá, y Ecuador, Krukoff y Barneb (1974).

2.8.5. Valor nutritivo del pisonay.

CUADRO 4. Composición nutricional de hojas y peciolos de la *Erythrina* sp (pisonay).

Componente (%)	Media	D.S.	C.V.	Valores extremos
Materia seca	31.74	3.3	10.39	28.20 - 35.3
Proteína	23.58	0.61	2.57	22.78 - 24.15
Grasa	2.53	0.74	29.37	1.64 - 3.39
Ceniza	11.63	0.82	7.05	10.86 - 12.65

Ramos (2009).

En un estudio realizado sobre análisis químico proximal de hojas y peciolos de pisonay (*Erythrina* sp) realizado por Cárdenas (2011) obtuvo los siguientes resultados que a continuación se muestran en el cuadro siguiente.

**CUADRO 5. Composición química (% ms) de hojas y peciolo de la
*Erythrina sp***

COMPONENTE	DÍAS DE REBROTE		
	105	120	135
MS	24.4	24.8	27.2
PC	21.4	23.2	24.4
EE	0.6	0.4	0.4
Ceniza	9.7	8.6	10.3
FDN	51.2	57.7	52.5
CNF	17.1	10	12.5
FDA	30.9	35.9	32.4
Celulosa	23.2	24.5	23.1
Hemicelulosa	20.3	21.8	20.1
Lignina	7.8	11.4	9.3

Cárdenas (2011)

MS, materia seca; PC, proteína cruda; EE, extracto etéreo; FDN, fibra detergente neutro; CNF, carbohidratos no fibrosos; FDA, fibra detergente ácido.

2.8.6. Utilización de pisonay de (*erythrina eduli*).

El potencial del pisonay es enorme combinado con cultivos agrícolas, es una especie que manejada adecuadamente puede brindar muchos beneficios al sector rural, especialmente en la alimentación del hombre, forraje para ganado, fijación del nitrógeno al suelo, aporte de materia orgánica al suelo

por la caída de las hojas de fácil descomposición y en menor escala para la utilización de leña, madera de cajonería y construcción rural (Carlson y Añazco 1990).

El valor nutritivo de la semilla es mejor que otros granos provenientes de leguminosas, lo que es requerida en diferentes recetas alimenticias del consumo humano como: tortas, cremas, coladas, dulces, arepas, sancocho y postres (Acero, 1990).

Se la reemplaza con otras especies para la alimentación de cuyes y conejos como la alfalfa. Los campesinos también la usan como medicina casera para curar el reumatismo, tos, desinflamar afecciones bucales y respiratorias (Reynel y León 1990).

2.9. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE LAS AVES.

El alimento representa el mayor costo de producción en la mayoría de explotaciones avícolas, razón por la cual resulta indispensable tratar de minimizar sus costos. En los últimos años se ha logrado reducir el costo de alimento gracias al desarrollo de los denominados “programas de formulación de mínimo costo” (Grupo Latino Ltda., 2006).

A las aves, que en los alojamientos no tienen acceso al suelo o a la hierba y generalmente no reciben la luz del sol, hay que proporcionarle un alimento que no solo sea suficiente para sus necesidades sino que se debe incluir un cálculo adicional de seguridad para las necesidades imprevistas (Sainsbury, 1987).

Las necesidades de las aves son mucho más complejas; para que puedan vivir, crecer y reproducirse necesitan recibir en su dieta más de 40 compuestos específicos o elementos químicos. Los nutrientes requeridos se dividen en seis grupos de acuerdo con su función y naturaleza química: carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua. Los nutrientes son absolutamente esenciales para la vida (Ávila, 1997).

Los requerimientos nutricionales de acuerdo a la N.R.C. para aves de postura se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO 6. Requerimientos nutricionales para aves de postura (N.R.C. 1994)

NUTRIENTES	REQUERIMIENTOS
Proteína cruda (%)	17.00
Energía metabolizable Kcal Em/kg	2.9
Calcio (%)	3.25
Fosforo disponible (%)	0.25
Metionina + cistina (%)	0.58
Lisina (%)	0.69

NRC (1994)

2.9.1. Contenido nutricional de los principales insumos

En el cuadro 6 se muestran los contenidos nutricionales, aminoácidos y minerales que contienen cada uno de los insumos usados en la elaboración de las raciones.

CUADRO 7. Contenido nutricional de los insumos utilizados en las raciones para aves

Nutrientes	Maíz		Soja		Harina		Soya		Arroz		Pisonay		Aceite		Caliza		Rocsaifos		Sal		DL met
	%	Kcal./Kg.	extrujada	soja	Pescado	Integral	Povillo	Harina	soya	soya	rocaifos	común	común	común	común	común	común	común	común	común	
Proteína cruda	%		8,5	36,3	60,0	38,0	13,0	24,5													
Proteína digestible	%		7,8	32,3	55,4	33,4	7,7														
Energía Metab.	Kcal./Kg.		3300	3570	2750	3880	1900	1100	9000												
Grasa cruda	%		3,8	19,8	2,0	20,0	5,0	2,7	100,0												
Fibra cruda	%		2,5	5,3	1,0	2,0	12,0														
Calcio	%		0,0	0,25	6,5	0,2	0,1									38,3					
Fosforo disponible	%		0,1	0,18	4,0	0,4	0,8														
Acido linoleico	%		1,9		1,8	0,3	3,4														
Aminoácidos																					
Metionina	%		0,18	0,5	1,62	0,41	0,15														99,0
Cistina	%		0,09	0,50	0,80	0,52	0,07														
Lisina	%		0,16	2,2	4,72	2,00	0,39														
Histidina	%		0,18	0,74	1,40	0,74	0,24														
Triptofano	%		0,07	0,47	0,48	0,39	0,13														
Treonina	%		0,33	1,27	2,50	1,27	0,28														
Arginina	%		0,35	2,30	2,31	2,31	0,40														
Isoleucina	%		0,44	1,66	3,70	1,72	0,31														
Leucina	%		0,80	0,72	4,50	2,20	0,54														
Fenilalanina	%		0,42	0,75	2,30	1,70	0,30														
Valina	%		0,33	1,81	3,20	1,70	0,46														
Minerales																					
Cloro	%		0,05	0,03	0,55	0,04	0,17														
Magnesio	%		0,15	0,3	0,21	0,21	0,85														
Sodio	%		0,05	0,01	0,47	0,05	0,10														38,0
Potasio	%		0,38	1,7	0,32	1,50	1,30														58,0
Hierro	%		0,01	0,01	0,06	0,01	0,02														
Manganeso	mg/Kg.		4	20	25	20	125														
Cobre	mg/Kg.		3	27	8	27	14														
Zinc	mg/Kg.		29	41	119	41	30														
Selenio	mg/Kg.		0,04	0,10	1,85	0,10	0,19														
retinβl (Vit A)	UI		10 000 000 000	Hierro	premezcla																
Colecalciferol (Vit D3)	UI		3 000 000 000	Manganeso																	
DL Alfa Tocoferol Acetato (Vit E)	UI		15 000 000	Cobre																	
Ritboflavina (Vit B2)	g/kg		4 000	Zinc																	
Cianocobalamina (Vit B12)	g/kg		0,012	Selenio																	
Menadiona (Vit K3)	g/kg		2 500																		
Acido Folico (Vit B9)	g/kg		0 500																		
Niacina (Vit B3)	g/kg		20 000																		
Acido Pantoténico (Vit B5)	g/kg		60 000																		

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MEDIO EXPERIMENTAL

3.1.1. Ubicación.

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicada en la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado a 3828 m.s.n.m. a 16°35'36" latitud Sur y 68°34'02" longitud Oeste, el experimento en gallinas se realizó en las instalaciones de la granja de aves y animales menores, mientras que los análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAP.

3.1.2. Instalaciones para la crianza.

La crianza de las gallinas de postura Hy Line variedad Brown, se llevó a cabo en un galpón cerrado (tipo sierra) orientado de Sur a Norte, con un área total de 10 x 50 metros, con muros de ladrillo, cubierto de cemento, techo de dos aguas, con abertura en la parte superior que permite la salida del aire viciado. Se usó un ambiente del galpón, adecuándose las jaulas para realizar el trabajo experimental.

3.1.3. Equipos.

- Comederos tipo canaleta
- Bebederos tipo canaleta
- Balanza de 5 kg de capacidad con 0.2 g de precisión, Balanza de 500 kg de capacidad
- Carretilla para el transporte de alimento

- Jaulas para contener los diferentes tratamientos
- Maples
- Tamizador
- Molino
- Estufa
- Balanza analítica
- Abanico colorimétrico DSM
- Cámara fotográfica
- Tijera podadora
- Bolsas de plástico
- Calibrador o Regla de vernier

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.

3.2.1 Animales.

Se emplearon 48 gallinas de postura Hy-Line variedad Brown de 45 semanas de edad, las cuales pasaron la etapa de inicio y crecimiento en el galpón de aves de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Dichas aves fueron separadas en tres grupos de 16 gallinas cada tratamiento en forma aleatoria.

3.2. 2. Tratamientos

T1: Corresponde a la dieta control sin adición harina de hojas de pisonay.

TII: Ración con inclusión de 3% de harina de hojas de pisonay

TIII: Ración con inclusión de 6% de harina de hojas de pisonay

Se suministraron los requerimientos nutricionales recomendados por la NRC (1994) para la etapa de postura (cuadro 9); donde se evidencia los nutrientes requeridos.

CUADRO 8. Requerimientos nutricionales aves en la etapa de postura.

Nutrientes	Requerimiento
Energ. met. kcal/kg.	2900
Proteína c., %	17.00
Fibra cruda, %	3.0
Cálcio, %	3.6
Fosforo, %	0.45
Lisina, %	0.76
Metionina, %	0.36
Cistina, %	0.65
Triptofano, %	0.18
Valina, %	0.65
Treonina, %	0.52

NRC. (1994).

El cuadro 9 presenta las cantidades de los ingredientes que se utilizaron en la composición de la dieta control y las dietas de tratamiento con inclusión de 3% y 6% de harina de pisonay, para la etapa de postura. Se especifican los ingredientes para obtener 100 kg de ración. Así como se muestra los aportes nutricionales de cada uno de los tratamientos.

Las raciones fueron elaboradas en el programa AEZO – AGROSIS. A continuación se detalla el aporte y contenido nutricional de las mencionadas raciones.

CUADRO 9. Composición de las fórmulas alimenticias TI, TII y TIII para la etapa de postura.

Insumos	Composición de la Dieta		
	TI	TII	TIII
Aceite de soya	1.20	1.60	1.90
Arroz polvillo	15.0	13.9	13.2
Maíz grano	44.0	42.0	40.2
Pescado harina	4.4	4.4	4.4
Harina de Pisonay	-	3.0	6.0
Caliza	8.7	8.7	8.7
Premezcla (V +M)	1.0	1.0	1.0
Soya afrecho	6.8	6.8	6.0
soja extrusionada	17.8	17.7	17.9
Rocsalfos	0.8	0.8	0.6
DL-Metionina	0.1	0.1	0.1
Sal común	0.2	0.3	0.3
TOTAL	100.0	100.0	100.0

CUADRO 10. Aporte nutricional aproximado de las dietas

NUTRIENTES	TI	TII	TIII
energ. met. kcal/kg	2954.7	2920.43	2900.74
Proteína c. %	17.2	17.73	18
Fibra cruda, %	3.13	3.82	4.46
Cálcio, %	3.61	3.66	3.66
Fosforo, %	0.52	0.52	0.49
Lisina, %	0.87	0.88	0.89
Metionina, %	0.39	0.4	0.4
Cistina, %	0.49	0.49	0.49
Triptófano, %	0.17	0.17	0.18
Valina, %	0.71	0.72	0.72
Treonina, %	0.58	0.59	0.59

3.3. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó con las siguientes etapas.

3.3.1. Metodología para la obtención de harina de hojas de pisonay

Para la obtención de harinas de hojas de pisonay se realizó las siguientes fases.

- Adquisición de pisonay: inicie con el reconocimiento de la zona donde crece el pisonay (*Erythrina sp*) en este caso la región Apurímac, provincia y distrito de Abancay, donde procedí a recoger la cantidad necesaria de hojas para la elaboración de harina.
- Transporte y deshidratación de pisonay: una vez adquirido el pisonay parcialmente deshidratados trasladé hacia la ciudad de Puno donde los seleccioné, posteriormente lo trasladé hasta los Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAP. Para ser colocadas en bandejas e introducidas en el horno desecador para eliminar humedad.
- Obtención de la harina: una vez cumplido el procedimiento anterior, las hojas de pisonay desecadas lo sometí a un molino para transformarla en polvo y se obtuvo la harina. Una vez obtenido la harina esta fue sometida al respectivo análisis químico proximal, y así determinar su contenido nutricional, dicho análisis se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal FMVZ- UNAP.

3.3.2. Acondicionamiento de las instalaciones y equipos

La preparación del ambiente de crianza consistió en la limpieza y desinfección del local: así mismo se adecuó 2 baterías de 24 jaulas c/u con sus respectivos comederos y bebederos previamente limpiados para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones y en óptimas condiciones.

3.3.3. Inicio del ensayo

Se inició con el etiquetado de c/u de las jaulas con los tratamientos y repeticiones correspondientes de esta forma se inició con el ensayo investigativo en su fase de campo.

Se realizó el control de peso vivo previo al inicio del experimento, dicho pesaje se efectuó en horas de la mañana (8:00 am.) antes de suministrarles el alimento y el agua de bebida (en ayunas), este procedimiento se realizó utilizando una balanza con una capacidad de 10 kg.

En una primera fase de experimentación las gallinas fueron sometidas a un periodo de acostumbramiento el cual tuvo una duración de una semana con la inclusión de harina de hojas de pisonay en su dieta en dosis de 3 y 6 % y la dieta control. La cantidad de alimento suministrado fue de 120 g por gallina tal como recomienda la NRC. El suministro del alimento se efectuó todas las mañanas (8:00 am) durante todo el tiempo de ejecución del trabajo de investigación.

A partir de la segunda semana se registró los parámetros productivos: producción, peso tamaño de huevos; estas actividades se cumplieron hasta finalizar los 31 días de investigación de campo.

3.4. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA COLORACIÓN DE YEMA DE HUEVO

Para determinar la coloración de la yema de huevo se realizó bajo la metodología que establece DSM® nutritional products. El método consistió en una comparación visual entre la yema bajo prueba y áreas de una escala de color en forma de abanico, que cubre el rango entero de colores naturales de yemas, yendo de amarillo verdoso hasta naranja profundo con una escala de 1 al 15. Primeramente los huevos se colocaron en un recipiente en este caso una placa Petri con fondo blanco para una mejor apreciación luego se procedió a comparar con cada una de las hojas del abanico colorímetro de DSM.

3.5. METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS

3.5.1. Producción de huevos

Para determinar este parámetro se realizó el control de recojo diario 2 veces al día (10:00 am y 5.00 pm) de los huevos puestos por todas las gallinas de cada uno de los tratamientos; luego estos datos fueron registrados.

3.5.2. Peso de huevo.

Para determinar este parámetro el peso de los huevos se realizó el control diario de todos los huevos producidos por todas las gallinas para este fin se utilizó una balanza de 5 Kg de capacidad con una precisión de 2 g luego estos datos fueron registrados.

3.5.3. Tamaño de huevo (Longitud y diámetro)

Para determinar la longitud del huevo se utilizó el calibrador o regla de vernier para esto se midió en centímetros (cm) la distancia entre los polos romo y puntiagudo del huevo. De igual forma para el diámetro del huevo se determinó midiendo la distancia entre los lados de la parte media del huevo, luego estos datos fueron registrados en cm.

3.5.4. Ganancia de peso vivo.

Para determinar este parámetro productivo se determinó mediante la diferencia de peso final y peso inicial, se tomó datos de las 48 gallinas que estuvieron en el trabajo de investigación, la recolección de datos se hizo en la mañana antes de suministrar su alimento y agua, los cuales fueron anotados en un registro.

3.5. Metodología para el análisis químico – proximal de pisonay

La materia prima en este caso la harina de hojas de pisonay (*Erythrina sp*), fue analizado siguiendo la metodología de la AOAC (2002) (Analysis of the Association of Official Analytical Chemists) y la energía bruta fue analizada con el calorímetro de bomba (ParrInstrument6772® USA) Con la finalidad de

determinar composición química de la harina de hojas de pisonay y de esa manera formular las raciones para cada uno de los tratamientos.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis del diseño experimental en el estudio se utilizó el diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y cada tratamiento con 16 repeticiones, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$x_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

$i = 1, 2 \text{ y } 3$ (tratamientos = Raciones)

$j = 1, 2, 3, \dots, r.$ (repeticiones = gallinas)

Donde:

X_{ij} = Variable de respuesta (coloración de yema, producción, peso, tamaño de los huevos y ganancia de peso vivo)

μ = efecto de la media poblacional

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (raciones).

E_{ij} = Efecto del error experimental

Para contrastar las medias entre los tratamientos se usó la prueba de Dunnett ($\alpha = 0.05$).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRODUCCION DE HUEVO

La producción de huevos en gallinas sometidas a tres dietas alimenticias diferentes, se muestran en la tabla 1 en la que se observa que gallinas alimentadas con una dieta que contenía 3% de harina de pisonay tuvieron una mejor producción de huevos con un promedio de 14.13 ± 1.88 huevos/día y con una tasa de 88.31% de postura superior ($P \leq 0.05$), a las gallinas del grupo control que produjeron en promedio 13.45 ± 1.91 huevos/día con una tasa de 84.07 % de postura y a las gallinas que fueron alimentadas con una dieta que contenía el 6% de harina de pisonay que produjeron en promedio 12.81 ± 1.84 huevos/día y con una tasa de 80.04 % de postura. El Análisis de Varianza demuestra que existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos evaluados. Sin embargo, al realizar la prueba de comparación de medias demuestra que no hay diferencias significativas entre la dieta control y dietas experimentales.

TABLA 1. Producción promedio de huevos/día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas

Tratamientos	n (días)	Promedio \pm DS	valores extremos		% de postura
			mínimo	máximo	
T1 CONTROL	31	13.45 ± 1.91^a	9	16	84.07
T2 3% PISONAY	31	14.13 ± 1.88^a	11	19	88.31
T3 6% PISONAY	31	12.81 ± 1.84^b	8	16	80.04

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P \leq 0.05$)

El descenso en la producción para el T3 se debería a una baja aceptabilidad del alimento. Este menor consumo de alimento esta probablemente relacionado con el sabor y la coloración conferida al alimento por el pisonay.

Los resultados encontrados en el presente estudio son similares a los reportados por Blandino (1984) demuestra que al incluir *Leucaena leucocephala* menor a 5 % en las raciones para aves ponedoras, no afecta a la producción de huevos. Las disminuciones evidenciadas concuerdan con lo postulado por Fletcher (1992), quien señala que caídas en el consumo por cambio en la dieta o administración de un compuesto poco aceptable por las aves, genera alteraciones sistémicas que terminan ocasionando una baja en la producción de huevos.

4.2. PESO DE LOS HUEVOS

El peso promedio de los huevos se evidencian en la tabla 2 en donde se aprecia que la mejor respuesta fue observada en las gallinas que fueron alimentadas con el 6% inclusión de harina de hojas de Pisonay que produjeron huevos con un peso promedio de 68.15 ± 0.79 g/día superior al peso de los huevos producidos por las gallinas del grupo control que produjeron huevos con un peso promedio 67.23 ± 1.60 g/día. Mientras que aquellas gallinas alimentadas con inclusión de 3% de harina de Pisonay produjeron huevos con un peso promedio de 67.04 ± 1.21 g/día.

TABLA 2. Peso promedio de huevos (g) día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas

Tratamientos	n (días)	Promedio \pm DS	valores extremos	
			mínimo	máximo
T1 CONTROL	31	67.23 \pm 1.60 ^b	63.82	68.8
T2 3% PISONAY	31	67.04 \pm 1.21 ^b	64.46	70.90
T3 6% PISONAY	31	68.15 \pm 0.79 ^a	66.91	69.60

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P \leq 0.05$)

El incremento en el peso de los huevos producidos por las gallinas alimentadas con inclusión de 6 % de harina de hojas de pisonay se atribuye al nivel de proteína de la dieta para el T3.

Los resultados obtenidos en el trabajo son superiores a los trabajos realizados por Lucero y Yépez (2009) en gallina Sex- Link quienes reportan que incluyendo 10 % de harina de guayaba en la dieta obtienen huevos con un peso promedio de 65.5g, también superiores a los trabajos realizado por Blandino (1984) en gallinas Leghorn reporta que incluyendo 5 % de harina de leucaena en la dieta se obtienen huevos con peso promedio de 55.65g.

4.3. TAMAÑO DE HUEVO

4.3.1. LONGITUD DE LOS HUEVOS

En cuanto al tamaño no hay diferencia significativa ($P \geq 0.05$) en lo que se refiere a longitud de huevo esto implica que no hubo efecto por la inclusión de harina de hojas de pisonay en la dieta suministrada a las gallinas de postura. Dichos resultados se muestran en la tabla 3 Teniendo como promedios 5.92 cm para el tratamiento I, 5.96 cm para el tratamiento II y 6.00 cm para el tratamiento III. Respectivamente

TABLA 3. Longitud de los huevos (cm) en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas

Tratamientos	n (días)	Promedio \pm DS	valores extremos	
			mínimo	máximo
T1 CONTROL	31	5.92 \pm 0.17 ^b	5.62	6.28
T2 3% PISONAY	31	5.96 \pm 0.19 ^b	5.58	6.35
T3 6% PISONAY	31	6.00 \pm 0.12 ^b	5.76	6.21

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P < 0.05$)

4.3.2. DIAMETRO DE LOS HUEVOS

Con respecto al diámetro de los huevos no existe diferencia significativa ($P > 0.05$) esto significa que no hubo efecto de harina de hojas de pisonay en la dieta suministrada a las gallinas de postura, teniendo como promedios 4.57 cm para el tratamiento I, 4.59 cm para el tratamiento II y tratamiento III, Dichos resultados se muestran en la tabla 4.

TABLA 4. Diámetro de los huevos (cm) día en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas

Tratamientos	n (días)	Promedio \pm DS	valores extremos	
			mínimo	máximo
T1 CONTROL	31	4.57 \pm 0.15 ^b	4.30	4.91
T2 3% PISONAY	31	4.59 \pm 0.34 ^b	4.32	4.92
T3 6% PISONAY	31	4.59 \pm 0.07 ^b	4.41	4.71

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P < 0.05$)

Tanto para longitud como para el diámetro de huevo no hay literatura disponible que sería como fuente de comparación.

4.4. COLORACIÓN DE YEMA

En cuanto a la coloración de yema hay una gran diferencia ($P \leq 0.01$) siendo mayor el valor de calificación de coloración de yema de los huevos con una tonalidad más amarilla intenso en las gallinas alimentadas con una dieta que incluyo el 6% de harina de hojas de pisonay, seguido de aquellas gallinas alimentadas con el 3% de harina de hojas de pisonay, mientras que la menor calificación la recibieron los huevos producidos por gallinas alimentadas con la dieta control teniendo como promedios 4.54 para el tratamiento 1, 7.06 para el tratamiento 2 y 8.66 para el tratamiento 3 respectivamente en la escala del abanico colorimétrico del DSM tal como se muestra en el tabla 5.

**TABLA 5. Coloración de yema (escala DSM) en gallinas Hy Line Brown
alimentadas con 3 dietas**

Tratamientos	n	Promedio \pm DS	valores extremos	
			mínimo	máximo
T1 CONTROL	35	4.54 \pm 0.56 ^c	4.00	6.00
T2 3% PISONAY	35	7.06 \pm 0.48 ^b	6.00	8.00
T3 6% PISONAY	35	8.66 \pm 0.48 ^a	8.00	9.00

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P \leq 0.01$)

Este incremento de la coloración de yema en la escala del DSM se atribuye a los pigmentantes como los carotenos y xantófilas presentes en la harina de hojas de pisonay.

Estos resultados son similares con los trabajos reportados por Marusich y Bauernfeind (1970) suplementando con 1 a 7% de harina de alfalfa en la dieta logra 8 en el abanico colorimétrico de Roche también similares a Los resultados obtenidos por Herrera (1982) que reporta a la rosa mosqueta (afrecho) con 4 % de suplementación en la dieta obtuvo valores de 7 en el abanico colorimétrico de Roche. Trabajos realizados por Williams et al., (1963); Leeson y Caston (2004) reportan que con niveles de 2 a 3 % de luteína en la dieta se obtienen valores de 13 a 14 en el colorímetro de Roche. Investigación realizado por Rodríguez (2007) en gallinas sex-line, negras reporta que con inclusión de 4 %de harina de Leucaena (R1) ,4 % de harina de Lemna (R2) y alimento comercial (0,10 mg/Kg de carophil) (R3) obtuvo valores de 12 en escala de Basf para R1, 10 para R2 y 8 para R3 respectivamente. Por lo tanto los datos reportados son superiores con los encontrados en el presente trabajo.

4.5. GANANCIA DE PESO VIVO

En la tabla 6 se aprecia la ganancia de peso en los diferentes tratamientos, no existe diferencia significativa ($P>0.05$) por efecto de la adición de harina de hojas de pisonay en la dieta sobre el peso de las gallinas Hy Line Brown teniendo como promedios 0.04 kg para el tratamiento I, 0.01 kg para el tratamiento II y 0.06 kg para el tratamiento III respectivamente para ganancia de peso vivo como se muestra en la tabla 6.

TABLA 6. Ganancia de peso vivo de las gallinas (kg) en gallinas Hy Line Brown alimentadas con 3 dietas

Tratamientos	n	Promedio \pm DS	valores extremos	
			mínimo	máximo
T1 CONTROL	16	0.04 \pm 0.11 ^b	0.00	0.30
T2 3% PISONAY	16	0.01 \pm 0.15 ^b	0.00	0.45
T3 6% PISONAY	16	0.06 \pm 0.32 ^b	0.00	0.70

^{a,b}Letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($P<0.05$)

Los resultados obtenidos en el estudio son similares a los trabajos realizados por Rodríguez (2007) en gallinas sex-line, negras reporta que no hay variaciones notables en peso vivo final con inclusión de 4 % de harina de Leucaena 4 % de harina de Lemna en la dieta

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación podemos hacer las siguientes conclusiones.

1. La inclusión de 3% y 6% harina de hojas de pisonay en la dieta de las aves de postura incrementa notablemente la coloración de la yema en el huevo permitiendo obtener una puntuación de 7 a 9 con respecto a la dieta control que tuvo una puntuación de 4 en la escala de 1 al 15 del abanico colorimétrico del DSM.
2. En los parámetros productivos la producción de huevos fue mejor para el tratamiento 2 con un promedio de 14.13 huevos/día en relación a la dieta control que fue de 13.45 de huevos/día con un peso promedio de 67.23 g/día, sin embargo para el peso de los huevos fue mejor el tratamiento 3 con un promedio de 68.15g/día. En cuanto al tamaño no hubo diferencias por efecto de los tratamientos.
3. La adición de harina de hojas de pisonay en la dieta no afecta a la ganancia de peso de las aves.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda iniciar la utilización al menos de 3 % de harina de hojas de pisonay en la dieta de las gallinas ponedoras con el fin de obtener huevos con yemas bien pigmentadas y disminuir costos.

- Continuar con la investigación incluyendo 1, 2, 3, 4, 5 y 6% de harina de hojas de pisonay en la dieta para aves de postura con periodos más largos y obtener el nivel óptimo de inclusión.

- Realizar posteriores estudios investigativos empleando la harina de pisonay en la alimentación de otras especies animales como pollos, cerdos, etc.

- Se recomienda realizar investigaciones sobre digestibilidad de pisonay en aves.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACERO, L. 1990. El Chachafruto o balú, superalimento para el ser humano o forrajera para el ganado. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Bogotá. 18 p.
- ACERO, D.L.E.2002. Guia para el Cultivo y aprovechamiento del Chachafruto o Balú *Erythrina edulis* Triana ex Micheli. Segunda edición corregida y aumentada. Bogotá: Convenio Andrés Bello. 65 p
- ALAIS, C. y G. LINDEN, 1990. Manual de bioquímica de los alimentos. España. Editorial Masson, S.A.
- AMERICAN EGG BOARD. 1995. Estados Unidos de Norteamérica: Información sobre productos avícolas. (en línea) USA. Disponible en: <http://www.aeb.org>.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS(AOAC). 2002. *Official Methods of Analysis*. Vol 1. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AVILA, E. 1997. Alimentación de las aves. Editorial Triallas S.A. México.
- AZCON-BIETO, J., M. TALON. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Interamericana McGraw-Hill. Madrid, España.
- BAIN M, 2001. La calidad interna del huevo. En: Control y mejora de la calidad del huevo. Jornadas teórico prácticas organizadas por la CESAC. Reus (Tarragona), 1 y 2 de octubre..

- BAUERNFEIND, J.C. 1972. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 20:456-473.
- BECERRIL, G.M., 1988. Efecto pigmentante de luteína y capsantina en aves. *Síntesis avícola*, 6(10): 26-31.
- BENDICH, A. y J. A OLSON, 1989. Biological actions of carotenoids. *FASEB J.*, 3 (1): 1927-1932.
- BLANDINO, R. 1984. Evaluación de *Leucaena leucocephala* en raciones de fase 1 para aves de postura como fuente de pigmentos naturales. Departamento de ciencias agropecuarias: 38 – 39.
- BLAS, B., C DE., G. GONZÁLEZ. 1991. Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- BORJA y LASSO 1990. Plantas nativas para reforestación en el Ecuador. Fundación Natura. Quito – Ecuador. 72 p.
- BOROWITZKA, MA. 1991. Vitamins and fine chemicals from microalgae. In: M.A. Borowitzka and J. Borowitzka. (Eds). *Microalgae Biotechnology*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 153-156.
- BOUSSIBA S. y A. VONSHAK. 1991. Astaxanthin accumulation in the green alga *Haematococcus pluvialis*. *Plant. Cell. Physiol.* 32: 1077-1082.
- BRANELLEC J. C. 1989. La pigmentación del pollo de carne Roche publications. Switzerland.

- BREITHAUPT, D.E., U. WIRT AND A. BAMEDI. 2002. Differentiation between Lutein monoester regioisomers and detection of Lutein diester from Marigold Flowers (*Tagetes erecta* L.) and several fruits by liquid chromatography mass spectrometry. *J. Agric. FoodChem.* 50: 66-70.
- CARDENAS L.A.2011, determinación química proximal de hojas y peciolo de la *Erythrina* sp. FMVZ – UNAMBA
- CARLSON, P.J. y M. AÑAZCO. 1990. Establecimiento y manejo de Prácticas agroforestales en la sierra ecuatoriana. Proyecto DINAC-AID “Apoyo del sector forestal” Quito- Ecuador. Red Agro-forestal Ecuatoriana 187 p.
- CHI CALÁN, J.A., E. ÁVILA, R. FERRERA-CERRATO Y R. QUINTERO. 1995. Potencial pigmentante de *Azolla* sp. para la yema de huevo. *Revista Chapingo*.1:75-78.
- ÇINAR, I. 2003. Carotenoid pigment loss of freeze-dried plant simples under different storage conditions. *EJEAFche*.
- CUCA G.M., G.E. AVILA Y M.A. PRO. 1990. La alimentación de las aves. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. De México. México.
- DAMRON, B.L., S.R. GOODSON, R.H. HARMS, D.M. JANKY AND H.R. WILSON. 1984. Beta-carotene supplementation of laying hen diets. *British Poul Sci.* 25 (2):349-352.

- DWYER, JH, MJ. PAUL-LABRADOR, J. FAN, AM. SHIRCORE, CN. MERZ, KM DWYER. 2004. Progression of carotidintima-media thickness and plasma antioxidants: the Los Angeles Atherosclerosis Study. *Arterioscler ThrombVasc Biol.* 24(2):313-9.
- ESPAÑA. NORMA ESPAÑOLA. 1995. Huevos de gallina: recogida, clasificación, embalaje, transporte, conservación. España, Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. 4 p.
- FLETCHER, D.L. 1992. Methodology for Achieving pigment specifications. *PoultrySci.*, 71: 733-743.
- GODWIN, T.W., E.I. MERCER. 1984. Introduction to plant biochemistry. (2nd Ed) Pergamonpress. London, U.K.
- GORDON H.T. y J.C.BOUERNFEIND 1982.Carotenoids as food colorants. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 18: 59-67.
- GRUPO LATINO, Ltda., 2006. Manual de Explotación en Aves de Corral. Editorial Grupo Latino. Colombia.
- HAMILTON, B. P. y R.C. PARKHURST 1990.Improved deposition of oxicarotenoids in egg yolks by dietary cottonseed oil. *Poultry Science*, 69: 354-359.
- HENCKEN, H. 1992. Chemical and physiological of feed carotenoids and their effects on pigmentation. *Poult Sci.* 71(4):711-717.

- HENDRY, G. 1993. Plant pigments. pp 181-196 En: P.J. Lea, R.C. Leegood, (Ed) Plant biochemistry and molecular biology. John Wiley&Sons Ltda., Chinchester, U.K.
- HERRERA, L.A. 1982.Utilización de afrecho de mosqueta (*Rosa rubiginosa*) en raciones de pollas de recría. Memoria de Título, Ingeniería. Agron. Universidad de Concepción. Facultad Agronomía, Chillán, Chile.
- HINTON, C.F, J. FRY AND H. HARMS. 1974. Influence of xanthophyll's-free pullet grower diet on subsequent egg yolk pigmentation. Poult Sci. 53 (1):223-226.
- HOLGUIN, W.A. 2011. Harina de Morera (*Morus alba*) como suplemento alimenticio en gallinas de campo en pastoreo. Tesis de grado, Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- HY LINE BROWN, 2005 – 2007. Guia de Manejo Comercial, San Fernando – Lima.
- KOBAYASHI M., KORIMURA Y. Y TSUJI Y. 1997. Light independent, astaxanthin production by the green microalga *Haematococcus pluvialis* under saith stress. Biotechnol. Lett., 19: 507-509.
- KOUTSOS, E.A., A. CLIFFORD, CH.C. CALVERT AND K.C. KLASING. 2003. Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune tissues of growing chickens (*Gallus gallus domesticus*). J. Nutr. 133: 1132-1138.

- KRUKOFF, 1939. El "Chachafruto" (*Erythrina edulis*). Metodología ADAC. Association of Official Agricultural Chemist.
- LATSCHA, T. 1988. Carotenoides – their nature and significance in animal feeds Hoffman – la roche Ltd. Switzerland.
- LEESON, S., L. CASTON. 2004. Enrichment of eggs with lutein. *PoultSci.* 83 (10):1709-1712.
- LESSON, S. y SUMMERS, J.D., 2005. Comercial Poultry Nutrition. Tercera Edición. Editorial University books. Ontario – Canadá.
- LOPEZ-HERNÁNDEZ, J., L. VÁZQUEZ-ODERIZ, E. VÁZQUEZ-BLANCO, A. ROMERO- RODRÍGUEZ AND J. SIMAL-LOZANO. 1993. HPLC determination of major pigments in the bean *Phaseolus vulgaris*. *J. Agric. Food Chem.* 41:1613- 1615.
- LUCERO, J. y YÉPEZ, P. 2009. Incorporación de harina de guayaba (*psidiumguajava*) al balanceado comercial de gallinas ponedoras de raza (sex link) para mejorar la calidad de los huevos de consumo humano. Ciudad Ibarra. Ecuador. 59.
- MAYNARD, LEONARD A. 1947. Nutrición Animal. México. UTEHA. P360-361.
- MARTEL, A. 1989. Identificación de sistemas agroforestales Tradicionales Proyecto FAO / Holanda / dgff. 6 p.
- MARTÍNEZ, M., A. CORTÉS Y E. ÁVILA. 2004. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de campasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la

- pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Téc. Pecu. Mex.* 42(1): 105-111.
- MARUSICH, W.L., J. BAUERNFEIND. 1970. Oxycarotenoids in poultry pigmentation. *PoultSci.* 49 (6):1555-1566.
- MEDINA, M.L. y R.J. CARREÑO, 1999. Evaluación del material foliar de rayo de sol como posible fuente de xantófilas. *Agronomía Tropical.* 49 (4):373-390.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A., I. VICARIO Y F.J. HEREDIA. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. [en línea] *ALAN.* 54 (2):1-12
- MINGUÉS - MOSQUERA, M.I. and D. HORNERO-MÉNDEZ. 1993. Separation and quantification of the carotenoid pigments in red peppers (*Capsicum annuum*), Paprika, and Oleoresin by reversed-phase HPLC. *J. Agric. Food. Chem.* 41: 1616-1620.
- NABER, E.C. 1979. The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poult Sci.* (3): 518-528.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 8^a Natl. Acad. Sci. Washington, Dc.
- NELSON S.D., JANKY M.D. y H.R. HAMILTON 1990. Research Note: A Lack of fluctuation in Xanthophyll Concentrations in Blood in Laying Hens at Nighth and Absence of Pigmentation Rings in the Yolk. *Poultry Science*, 69: 2235 2236.

- NORTH, M. and D. BELL. 1990. Comercial chicken production manual. Fourth edition. Van Nostrand Reinhold Books. New York, U.S.A.
- NORTH, M. and D. BELL. 1993. Manual de Producción Avícola. Tercera Edición. Editorial elManual Moderno. México.
- NOONAN J.E. Y MEGGOS H. 1980. Synthetic food colours, in CRC Handbook of Food Additives, 2a. ed. Vol. II (Furia, T.E., Ed.), 339-383 CRC Press.
- ONG A.S.H. y E.S. TEE. 1992. Natural Sources of carotenoids from plants and oils. Meth. Enzymol., 213: 142 -167.
- PANIGRAHI S. y V.E. PLUMB 1996. Effects on dietary phosphorus of trating cottonseed meal with crystalline ferrous sulphate for the prevention of brown yolk discoloration. British Poultry Sci., 37 : 403
- PARKER, RS. 1996. Absorption, metabolism, and transport of carotenoids. FASEB J., 10:542-551,..
- PEDRAGLIO, R. 2007. Segundo tratado sobre el gallo de combate. Talleres gráficos de imprenta Gutemberg. Lima – Perú.
- PETO R., DOLL R., J.D. BUCKLEY Y M.B. SPORN, 1981. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rate. Nature, 290: 201-208.
- POTTER, N. 1990. La ciencia de los alimentos. México. Edutex. s.p

- RAMNATHAN, P. 2002. Simultaneous determination of vitamin A and B-carotene in dietary supplements by liquid chromatography. *AOAC international* (5):1127-113.
- RAMOS, G. 2009. Evaluación de especies forrajeras en America tropical. *Interciencia Venezuela* 32 (8): 566-571.
- REYES, I y A. MEYRAT. 1983. Leucaena: fuente de energía, forraje y abono verde. Mimeografiado. Fac. de Cienc. Agrop. UNAM. Managua 70 p.
- REYNEL, C. y J. LEON, 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Tomo II. Proyecto FAO / Holanda / DGFF. Lima – Perú. 363 p.
- RODRIGUEZ, I. 2007. Importancia de la harina de hojas de leucaena leucocephala (hhl) y lemnas pp en la calidad de huevos de consumo Agricultura Andina / Volumen 13, 2007: 79 – 85
- SAINSBURY, D., 1987. Aves: Sanidad y Manejo. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- SCOTT, M.L., ASCARELLI J. Y G. OLSON 1968. Studies of egg yolk pigmentation. *Poultry Sci.*, 55 (5-6): 1712-1716.
- SCHOLTYSSSEK, S. 1970. Manual de Avicultura Moderna. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- SIMPSON, K.L. 1982. Carotenoids pigments in seafood. In: *Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products*. Pp. 115-136.

SURAI, P.F., B. SPEAKE AND N. SPARKS. 2000. Carotenoids and chick embryodevelopment. AvianScienceResearch Centre. Scotland, UK.

VILAR DA SILVA, J.H., L. TEIXEIRA AND M. DE SOUZA. 2000. Efeito do extracto de urucum na pigmentação da gema dos ovos. Rev. Bras. Zootec. 29(5):1435-1439.

WILLIAMS, W.P., R.E. DAVIES AND J.R. COUCH. 1963. The utilization of carotenoids by the hen and chick. PoulSci.42(3): 691-699.

WILLIAMS, W.D., 1989. La pigmentación en las aves. AviculturaProfesional7(2):60-68.

WILLIAMS W.D. 1992.Origin and impact of color of consumer preference for food. Poultry Sci.,71 : 744-746.

1. <http://www.tecnologiahechapalabra.com/salud/enlaces/articulo.asp?y=2753>
2. www.yellow-egg.com/wspanisch/das.htm.
3. http://.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivirsano/doc/nutrición/doc/huevo
4. www.institutohuevo.com. Instituto de estudios del huevo, Madrid.

ANEXOS

ANEXO 1. ANVA Y PRUEBA DE DUNNET PARA PRODUCCION DE HUEVOS

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr *
Tratamientos	2	27.11828	13.55914	3.7204957	0.0280244
Error	90	328	3.6444444		
Total	92	355.11828			

Dunnett's T tests for variable: CANTIDAD

Alpha = 0.05

Confidence = 0.95

DF = 90

MSE = 3.644444

Critical Value of Dunnett's T = 2.247

Minimum Significant Difference = 1.0897

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '***'.

DIETAS Comparison	Simultaneous	Difference Between Means	Simultaneous
	Lower Confidence Limit		Upper Confidence Limit
2 - 1	-0.4123	0.6774	-1.7671
3 - 1	-1.7349	-0.6452	0.4445



ANEXO 2. ANVA Y PRUEBA DE PARA PESO DE HUEVOS (g)

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr *
Tratamientos	2	21.707009	10.853504	6.8000067	0.0017771
Error	90	143.64918	1.596102		
Total	92	165.35619			

Dunnett's T tests for variable: PESO

Alpha = 0.05

Confidence = 0.95

DF = 90

MSE = 1.611534

Critical Value of Dunnett's T = 2.247

Minimum Significant Difference = 0.7246

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '***'.

DIETAS Comparison	Simultaneous	Difference Between Means	Simultaneous	
	Lower Confidence Limit		Upper Confidence Limit	
3 - 1	0.1915	0.9161	1.6408	***
2 - 1	-0.9020	-0.1774	0.5472	

ANEXO 3. ANVA PARA LONGITUD DE HUEVO (cm)

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr
Tratamientos	2	0.1029763	0.0514882	1.8860186	0.1576203
Error	90	2.4569935	0.0272999		
Total	92	2.5599699			

ANEXO 4. ANVA PARA DIAMETRO DE HUEVO (cm)

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr
Tratamientos	2	0.0114645	0.0057323	0.1161429	0.8904812 ^{NS}
Error	90	4.4419677	0.0493552		
Total	92	4.4534323			



ANEXO 5. ANVA Y PRUEBA DE DUNNET PARA COLORACION DE YEMA

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr **
Tratamientos	2	301.10476	150.55238	580.42333	0.000001
Error	102	26.457143	0.2593838		
Total	104	327.5619			

Dunnett's T tests for variable: YEMA

Alpha = 0.01

Confidence = 0.99

DF = 102

MSE = 0.259384

Critical Value of Dunnett's T = 2.854

Minimum Significant Difference = 0.3475

Comparisons significant at the 0.01 level are indicated by '***'.

DIETAS	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
3 - 1	3.7668	4.1143	4.4618	***
2 - 1	2.1668	2.5143	2.8618	***

ANEXO 6. ANVA PARA GANANCIA DE PESO (kg)

F de V	G. L	SC	CM	Fc	Pr ^{NS}
Tratamiento	2	0.0659375	0.0329688	1.2765528	0.2889061
Error	45	1.1621875	0.0258264		
TOTAL	47	1.228125			



ANEXO 7. Producción (numero) promedio de huevos/día

DIA	TRATAMIENTO 1 RACION CONTROL	TRATAMIENTO 2 RACIÓN CON 3% PISONAY	TRATAMIENTO 3 RACIÓN CON 6% PISONAY
1	16	15	14
2	15	16	13
3	16	13	14
4	15	14	13
5	15	14	12
6	15	11	10
7	11	12	8
8	12	15	13
9	15	16	16
10	13	15	14
11	12	13	11
12	15	17	13
13	14	15	14
14	14	12	11
15	12	13	14
16	11	14	11
17	14	12	14
18	13	16	12
19	14	16	14
20	9	11	13
21	13	15	15
22	16	15	13
23	11	13	14
24	14	15	12
25	14	15	12
26	11	13	12
27	10	11	8
28	16	16	14
29	16	19	15
30	13	12	15
31	12	14	13
PROM	13.45	14.13	12.81
DS	1.91	1.88	1.84
CV	14.24	13.3	14.36
MIN	9	11	8
MAX	16	19	16

ANEXO 8. Peso promedio de huevos (g)/día

DIA	TRATAMIENTO 1 RACION CONTROL	TRATAMIENTO 2 RACIÓN CON 3% PISONAY	TRATAMIENTO 3 RACIÓN CON 6% PISONAY
1	65.25	66.80	67.00
2	68.00	67.50	68.31
3	68.25	67.38	67.14
4	68.80	66.57	68.92
5	67.06	66.28	67.83
6	69.06	65.66	68.20
7	70.00	67.71	68.57
8	70.00	69.06	67.69
9	70.66	67.88	67.87
10	68.00	66.67	67.14
11	66.50	70.90	66.91
12	66.93	66.27	67.84
13	68.14	67.87	67.00
14	66.43	64.46	67.64
15	64.83	66.77	68.43
16	63.82	66.00	67.33
17	64.77	66.18	68.14
18	65.54	66.75	69.90
19	65.71	68.13	69.71
20	67.11	68.55	68.77
21	68.80	67.47	68.46
22	67.00	65.60	68.00
23	67.64	66.92	69.07
24	66.71	66.80	68.17
25	65.73	66.43	67.83
26	68.91	67.69	67.00
27	67.00	68.55	68.75
28	67.50	66.75	68.57
29	66.12	66.63	68.27
30	67.08	65.50	68.67
31	66.83	66.43	69.38
PROM	67.23	67.04	68.15
DS	1.60	1.21	0.79
CV	2.38	1.80	1.15
MIN	63.82	64.46	66.91
MAX	68.80	70.90	69.60

ANEXO 9. Longitud promedio de los huevos (cm)/día

DIA	TRATAMIENTO 1 RACIÓN CONTROL	TRATAMIENTO 2 RACIÓN CON 3% PISONAY	TRATAMIENTO 3 RACIÓN CON 6% PISONAY
1	5.97	5.76	6.03
2	5.89	6.2	6.11
3	5.81	5.84	5.76
4	6.12	5.96	6.1
5	5.78	5.95	6.03
6	5.85	5.91	5.91
7	6.17	5.79	6.1
8	5.76	6.27	5.94
9	6.12	5.79	5.91
10	5.65	6.05	6.15
11	6.07	5.86	6.04
12	5.78	5.96	5.98
13	5.97	5.87	6.11
14	6.1	5.79	5.86
15	6.03	5.6	5.96
16	5.99	6.31	5.92
17	6.19	6.02	5.88
18	5.89	6.1	5.92
19	5.63	6.35	6.12
20	5.78	5.93	6.04
21	5.62	5.69	5.94
22	6.28	5.87	6.21
23	5.94	5.92	5.81
24	5.76	5.99	5.91
25	6.03	6.22	6.18
26	5.72	6.19	6.14
27	5.91	5.91	5.91
28	5.92	5.58	6.09
29	6.15	6.03	6.04
30	5.82	6.02	6.19
31	5.92	5.99	5.85
PROM	5.92	5.96	6.00
DS	0.17	0.19	0.12
CV	2.9	3.18	1.97
MIN	5.62	5.58	5.76
MAX	6.28	6.35	6.21

ANEXO 10. Diámetro promedio de los huevos (cm)/día

DIA	TRATAMIENTO 1 RACIÓN CONTROL	TRATAMIENTO 2 RACIÓN CON 3% PISONAY	TRATAMIENTO 3 RACIÓN CON 6% PISONAY
1	4.65	4.92	4.58
2	4.35	4.64	4.7
3	4.63	4.54	4.55
4	4.82	4.55	4.6
5	4.39	4.53	4.58
6	4.55	4.44	4.52
7	4.74	4.46	4.62
8	4.34	4.51	4.61
9	4.72	4.45	4.58
10	4.52	4.52	4.58
11	4.81	4.45	4.57
12	4.49	4.55	4.61
13	4.55	4.54	4.71
14	4.3	4.43	4.58
15	4.6	4.39	4.41
16	4.53	4.68	4.63
17	4.73	4.59	4.42
18	4.58	4.53	4.62
19	4.55	4.89	4.67
20	4.33	4.35	4.65
21	4.33	4.44	4.64
22	4.91	4.91	4.62
23	4.65	4.59	4.63
24	4.5	4.53	4.42
25	4.5	4.58	4.68
26	4.52	4.42	4.6
27	4.56	4.32	4.52
28	4.59	4.38	4.53
29	4.81	4.63	4.66
30	4.55	4.57	4.59
31	4.5	4.68	4.57
PROM	4.57	4.55	4.59
DS	0.15	0.15	0.07
CV	3.38	3.23	1.59
MIN	4.30	4.32	4.41
MAX	4.91	4.92	4.71

ANEXO 11. Coloración de yema

n	TRATAMIENTO 1 RACIÓ CONTROL	TRATAMIENTO 2 RACIÓ CON 3% PISONAY	TRATAMIENTO 3 RACIÓ CON 6% PISONAY
1	4	7	9
2	5	7	8
3	4	7	9
4	5	7	8
5	4	6	9
6	5	7	8
7	4	7	9
8	4	7	9
9	5	6	9
10	5	6	8
11	5	7	9
12	5	8	8
13	6	7	9
14	4	7	8
15	4	7	9
16	5	7	9
17	5	7	9
18	5	7	9
19	5	7	8
20	5	7	8
21	4	7	9
22	4	8	9
23	4	7	9
24	4	7	9
25	4	7	9
26	4	7	8
27	5	7	9
28	5	8	8
29	4	8	9
30	5	8	9
31	4	7	9
32	5	7	9
33	4	7	9
34	5	7	8
35	4	7	8
PROM	4.5	7.1	8.7
DS	0.56	0.48	0.48
CV	12.34	6.82	5.56
MIN	4	6	8
MAX	6	8	9

ANEXO 12. Ganancia de peso vivo de las gallinas

n	T1 (CONTROL)		T2 (3% PISONAY)		T3 (6% PISONAY)	
	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO INICIAL	PESO FINAL
1	1.75	1.85	1.70	1.85	1.90	2.15
2	1.80	1.85	2.10	2.05	2.15	2.10
3	1.80	1.85	1.85	1.85	1.90	1.95
4	1.85	1.95	2.15	1.90	2.15	2.15
5	1.85	2.00	2.10	2.10	1.60	2.10
6	1.95	1.90	2.05	2.05	2.45	2.35
7	2.00	2.05	2.00	2.10	2.50	1.95
8	2.00	2.05	1.80	1.70	1.90	1.85
9	2.05	2.10	2.75	2.60	2.20	2.20
10	2.10	2.10	2.20	2.25	2.35	2.00
11	2.10	2.10	1.80	1.75	1.85	1.95
12	2.15	2.10	2.40	2.35	2.00	2.00
13	2.15	2.10	2.00	1.95	1.80	1.90
14	2.15	2.20	2.40	2.50	1.90	2.60
15	2.20	2.25	2.00	2.00	1.85	2.40
16	2.20	2.30	1.65	2.10	1.90	1.75
PROMEDIO	2.006	2.047	2.059	2.069	2.025	2.088
GPV	0.041		0.009		0.062	

ANEXO13. Composición químico proximal del pisonay (*Erythrina sp*)

COMPONENTE	(%)
HUM	8.8
PB	25.83
EE	2.7
CEN	10.8
EM	1100.00 Kcal/kg

Figura 1. Producción, peso y tamaño (longitud y diámetro) de los huevos

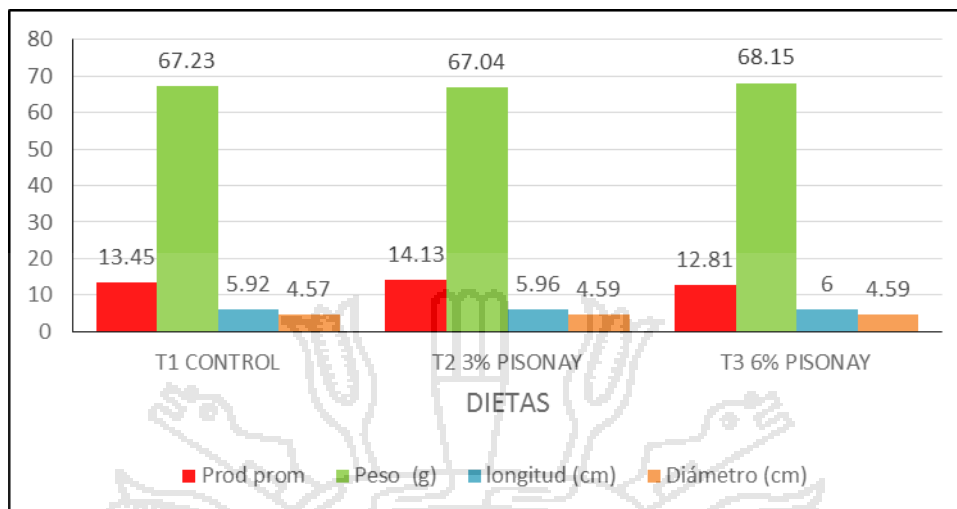


Figura 2. Coloración de yema de huevo

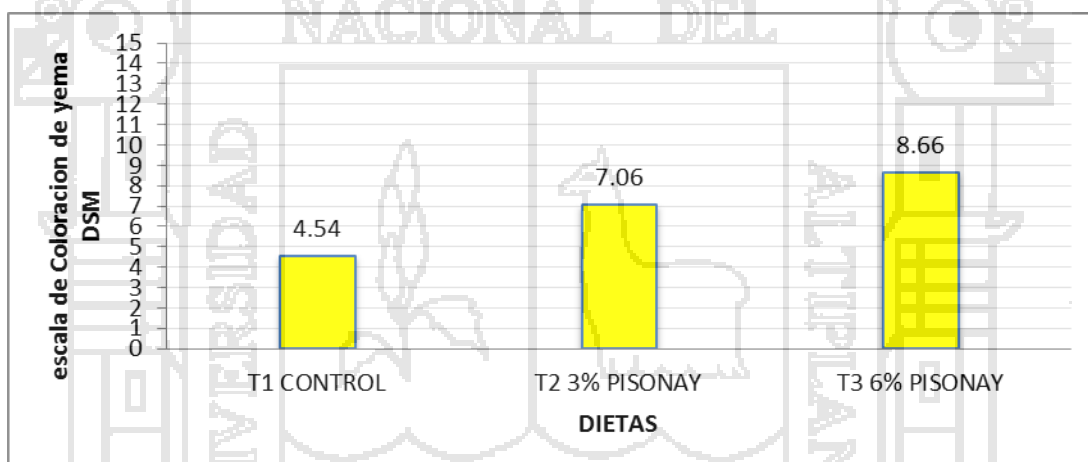


Figura 2. Ganancia de peso de vivo de las gallinas

