

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Efecto de niveles crecientes de harina de maní en la productividad y calidad**

**del huevo de gallinas ponedoras**

Estudiantes

Maria Fernanda Doblado Fino

Matias Moreno Camacho

Asesores

Yordan Martínez, D.Sc.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, noviembre 2022

**Autoridades**

**SERGIO RODRIGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos.....	10
Ubicación Experimental.....	10
Animales y Tratamientos .....	10
Condiciones Experimentales.....	10
Desempeño productivo .....	10
Calidad del Huevo .....	11
Análisis Económico.....	11
Análisis Estadísticos .....	11
Resultados y Discusión.....	13
Conclusiones .....	17
Recomendaciones.....	18
Referencias.....	19

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Dietas experimentales para gallinas ponedoras (19-28 semanas).....	12
Cuadro 2 Efecto de la harina de maní en la productividad de gallinas ponedoras (19-28 semanas)...	14
Cuadro 3 Efecto de la harina de maní en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras (19-28 semanas).....	15
Cuadro 4 Efecto de la harina de maní en el costo de producción de huevos de gallinas ponedoras (19-28 semanas) .....	16

## Índice de Anexos

Anexo A Marcaje de jaulas con sus debidos tratamientos .....	20
Anexo B Recolección de huevos semanales .....	21
Anexo C Pesado de huevos .....	22
Anexo D Alimentación de las gallinas .....	23
Anexo E Resistencia a la ruptura.....	25
Anexo F Altura de la clara densa.....	25
Anexo G Color de la yema.....	26
Anexo H Grosor de la cáscara en el polo medio .....	27

## Resumen

La investigación de nuevas alternativas para sustituir el maíz y soya ha sido un tema de interés en los últimos años debido al incremento del costo. Así el objetivo de este estudio fue evaluar niveles crecientes de la harina de maní en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. Un total de 200 gallinas ponedoras de la línea genética Hy-Line® Brown se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos con 10 repeticiones y cinco gallinas ponedoras por repetición, durante 10 semanas. La inclusión de 10% de harina de maní no deprimió el desempeño productivo de las gallinas ponedoras comparado con la dieta control, sin embargo, niveles crecientes (15 y 20%) redujo el peso del huevo y la eficiencia alimenticia de las aves. Sin embargo, niveles crecientes de este producto alimenticio (harina de maní) incrementó el grosor de la cáscara y el color de la yema del huevo de gallinas ponedoras. Asimismo, se obtuvo una reducción del costo de la dieta, el costo del alimento consumido y el costo para producir un huevo. Se recomienda la inclusión de 10% de harina de maní para mantener la producción de huevo, con una mayor coloración de la yema y grosor de la cáscara del huevo.

*Palabras clave:* Ave ponedora, alimento alternativo, calidad externa e interna del huevo, indicador productivo.

## **Abstract**

The research of new alternatives to replace corn and soymeal has been a topic of interest in recent years due to the increase in cost. Thus, the aim of this study was to evaluate increasing levels of peanut meal in the productivity and egg quality of laying hens. A total of 200 laying hens of the Hy-Line® Brown genetic line were randomly distributed in four treatments with 10 repetitions and five laying hens per repetition, 10 weeks. The inclusion of 10% peanut meal did not depress the growth performance of laying hens compared to the control diet, however, increasing levels (15 and 20%) reduced egg weight and hen feed efficiency. However, increasing levels of this feed product (peanut meal) increased shell thickness and yolk color of laying hens. Likewise, a reduction in the cost of the diet, the cost of the feed consumed and the cost to produce an egg was obtained. The inclusion of 10% peanut meal is recommended to maintain egg production, with a greater coloration of the yolk and thickness of the egg shell.

*Keywords:* Alternative feed, external and internal quality of the egg, laying hen, productive indicator.

## Introducción

El sector avícola es uno de los más importantes en el mundo ya que genera alimentos de alto valor biológico para diversas culturas. Una de las tareas fundamentales en la actividad avícola es proporcionar un alimento nutritivo y equilibrado a las aves, para garantizar su bienestar y obtener huevos de primera calidad. Proporcionar una dieta sana, natural, completa y equilibrada que aporte: proteínas que garanticen un buen desarrollo de las aves, lípidos y carbohidratos para posean energía, vitaminas y minerales para prevenir enfermedades y calcio y fósforo para huevos de cáscara fuerte. El huevo constituye un alimento habitual y fundamental en la dieta de los humanos proporcionando múltiples aportes vitamínicos y proteicos. Por lo cual es muy importante garantizar su calidad (La Colina 2020).

Por consiguiente, muchas investigaciones se han enfocado en realizar dietas alternativas a la harina de soya debido al alto costo de esta materia prima, algunas investigaciones han incluido la harina de maní por su alto contenido de proteína para sustituir soya, este producto alternativo tiene un menor precio y podría ser una alternativa eficaz en la alimentación de las gallinas ponedoras, sin deprimir la productividad y calidad del huevo. En Centro América y el Caribe, la producción de huevos depende de la importación de maíz y soya, como las principales materias primas en la ración de las gallinas ponedoras (Martínez 2021).

Asimismo, consecuentemente a la pandemia mundial del COVID-19, que derivó a la restricción de la importación de estas materias primas y la alta competitividad en la industria avícola, los precios para la adquisición de los ingredientes alimenticios, así como de los piensos para gallinas ponedoras han incrementado sustancialmente (Johansson 2021). La industria avícola está en la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias locales y disponibles durante todo el año, con precios accesibles para los productores, que no afecten el potencial genético de los animales y que generen ganancias económicas tangibles (Valdiviá et al. 2020). Los residuos de maní son un producto de desecho considerable con poco valor o uso económico actual. Las cáscaras de maní, que son un subproducto de desecho abundante y de bajo valor de la industria del maní, contienen nutrientes residuales que

pueden servir como un aditivo alimentario rico en energía, rico en antioxidantes y asequible o como ingrediente para animales de producción (Toomer et al. 2021). El objetivo de este experimento fue evaluar niveles crecientes de harina de maní en la productividad y calidad de huevo de gallinas ponedoras.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación Experimental**

Este estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el Valle de Yegüare, municipio de San Antonio de Oriente, departamento Francisco Morazán, a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. La unidad experimental tiene una altura de 800 msnm y una temperatura promedio de 26 °C.

### **Animales y Tratamientos**

Un total de 200 gallinas ponedoras Hy-Line® Brown de 19 semanas de edad se distribuyeron según un diseño totalmente aleatorizado durante 10 semanas, con cuatro tratamientos, 10 repeticiones por tratamiento y cinco aves por jaula. Las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 1.

**T1:** Dieta control

**T2:** 10% de harina de maní

**T3:** 15% de harina de maní

**T4:** 20% de harina de maní

### **Condiciones Experimentales**

Las gallinas ponedoras se alojaron en un galpón comercial de 400 m<sup>2</sup> y en corrales en un sistema de iluminación artificial. El agua se ofreció *ad-libitum* en dos bebederos de niple por jaula y el consumo de alimento se restringirá a 105 g/ave. Se suministró 16 horas de luz cada día y no se empleó atención veterinaria terapéutica durante la etapa experimental. Se utilizaron siete días preexperimental.

### **Desempeño productivo**

El peso del huevo se determinó en todas las semanas experimentales. Se recolectaron 30 huevos de cada tratamiento entre las 08:30 a 9:30 am y se pesaron en una balanza técnica digital SARTORIUS modelo BL 1500 con precisión  $\pm 0.1$  g y se calculó el peso promedio. El consumo de alimentos se midió tres veces por semana por el método de oferta y rechazo. Para determinar la

intensidad de puesta se consideró la producción total de huevos/semana/tratamiento y se asumió como 100%, un huevo/día/ave alojada. La conversión masal se calculó teniendo en cuenta el alimento consumido, peso del huevo por repetición y el número de huevos puestos. La viabilidad se computó por la cantidad de aves vivas durante la etapa experimental entre las que se alojaron al inicio del experimento. El porcentaje de los huevos no aptos (cascados, fáfara y roto) se calculó utilizando la fórmula 1:

$$\% \text{ Huevos no aptos (HNA)} = \# \text{ HNA} * 100 / \text{huevos aptos} \quad [1]$$

### **Calidad del Huevo**

En las semanas 5 y 10, se recolectaron 40 huevos por tratamiento y se determinó la calidad externa e interna del huevo en el laboratorio de calidad del huevo en el Centro de Enseñanza e Investigación Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se utilizó un equipo automático para determinar el peso del huevo, resistencia a la ruptura, altura de la clara densa, unidad Haugh, color de la yema y grosor de la cáscara en el polo medio.

### **Análisis Económico**

Para determinar el costo del alimento consumido y el costo para producir un huevo, se utilizó el método económico - matemático con técnicas de agrupación y comparación. Para la aplicación de este método y de sus técnicas se utilizaron fichas de costos de los ingredientes, facturas, informes de recepción y análisis económicos de la planta de concentrados y de la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana.

### **Análisis Estadísticos**

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza (ANDEVA) de clasificación simple según un diseño totalmente al azar en el software estadístico SPSS versión 23.1. En los casos necesarios se empleó la prueba de rangos múltiples de medias de Duncan.

**Cuadro 1***Dietas experimentales para gallinas ponedoras (19-28 semanas).*

Ingredientes	Control	10% harina de maní	15% harina de maní	20% harina de maní
Harina de maíz	50.317	53.098	54.505	55.924
Harina de soya	31.143	18.925	12.80	6.675
Aceite de palma africana	5.379	4.573	4.167	3.756
Harina de maní	0.00	10.00	15.00	20.00
Premezcla	0.25	0.25	0.25	0.25
Colina	0.05	0.05	0.05	0.05
Secuestrante de micotoxinas	0.07	0.07	0.07	0.07
Carbonato de calcio grueso	6.215	6.229	6.241	6.244
Carbonato de calcio fino	4.144	4.154	4.162	4.164
Biosfost	1.547	1.56	1.558	1.565
Bicarbonato	0.23	0.23	0.23	0.23
Sal común	0.28	0.28	0.28	0.28
L-lisina	0.04	0.185	0.257	0.331
DL-metionina	0.295	0.309	0.318	0.323
L-treonina	0.04	0.087	0.112	0.138
Costo USD/t	563.72	549.03	541.67	534.52
<i>Aportes nutricionales</i>				
EM (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800
PC	18.00	18.00	18.00	18.00
Ca	4.11	4.11	4.11	4.11
P disponible	0.47	0.47	0.47	0.47
Lisina	0.89	0.89	0.89	0.89
Metionina+cistina	0.78	0.78	0.78	0.78
Treonina	0.63	0.63	0.63	0.63
Fibra cruda	2.27	2.53	2.66	2.79
Fibra neutral detergente	8.51	8.44	8.40	8.37
Fibra ácida detergente	3.65	3.81	3.88	3.97
Lignina ácida detergente	0.48	0.83	1.00	1.18
Na	0.18	0.18	0.18	0.18
Cl	0.16	0.16	0.16	0.16
Ácido linoleico	1.60	1.50	1.45	1.40

## Resultados y Discusión

El uso de harina de maní permite reducir los niveles de aceite en las dietas y la fuente proteica, específicamente la soya. Además, reduce los costos del alimento, a pesar de que incrementa la necesidad de aminoácidos esenciales (L-lisina, DL-metionina, L-treonina), que son suplementados sintéticamente. Esto debido a que la harina de maní es un ingrediente con altos contenidos de proteína de alta digestibilidad, pero deficiente en aminoácidos esenciales como la metionina, lisina y triptófano (FEDNA [updated 2023]).

En el Cuadro 2 se muestran los efectos obtenidos de la harina de maní en la productividad de gallinas ponedoras. Solo los indicadores de peso del huevo (PH; 0.001) y conversión masal (CM; 0.008) presentaron diferencias entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Los tratamientos con 15% y 20% de inclusión de harina de maní redujeron el peso del huevo, mientras que la inclusión de 10% no presentó diferencias significativas respecto al control. Por otro lado, la conversión masal solo aumentó en el tratamiento con 20% de inclusión, respecto al control.

La fibra cruda, la FDN, FDA y lignina aumentan con el aumento de harina de maní en la dieta (Cuadro 1). La lignificación de las fibras es una característica clave que afecta la productividad y fisiología de las aves (Mateos et al. 2012). La presencia de fibra cruda en el alimento para las aves reduce su contenido energético y puede afectar la digestibilidad de otros nutrientes, principalmente aminoácidos, debido a la formación de geles y a la interferencia con las enzimas digestivas (Jackson 2009).

La conversión masal de una gallina ponedora está determinada por la relación que existe entre la cantidad de alimento consumido para producir una unidad de producto, es decir la cantidad de pienso consumido para la producción de huevos. Mientras menor sea el valor de este indicador se tiene un mayor rendimiento del producto (Itza Ortiz 2020). En el caso de esta investigación entre más se incrementaba la harina de maní en las dietas era mayor la conversión masal, esto quiere decir que

se requería una mayor cantidad de alimento para que las gallinas tuvieran una similar producción de huevos al control.

## Cuadro 2

*Efecto de la harina de maní en la productividad de gallinas ponedoras (19-28 semanas).*

Ítems	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	10% de harina de maní	15% de harina de maní	20% de harina de maní		
IP (%)	82.32	81.52	80.72	81.88	0.471	0.996
PH (g)	58.25 <sup>a</sup>	57.56 <sup>a</sup>	56.63 <sup>b</sup>	55.87 <sup>b</sup>	0.305	0.001
CA (g/ave/día)	104.70	104.63	104.28	104.46	0.172	0.080
CM	2.26 <sup>b</sup>	2.31 <sup>ab</sup>	2.40 <sup>ab</sup>	2.52 <sup>a</sup>	0.032	0.008
HS (%)	3.00	3.76	3.20	3.92	0.972	0.582

*Nota.* <sup>a,b</sup>Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a  $P \leq 0.05$ . IP: Intensidad de postura; PH: Peso del huevo; CA: Consumo de alimento; CM: conversión masal; HS: Huevos sucios

En el Cuadro 3 se observa el efecto de la harina de maní en la calidad externa e interna del huevo en las semanas 5 y 10 después de iniciar el experimento. Solo los indicadores de peso del huevo (PH; 0.001), grosor de la cáscara (GC; 0.001) y color de la yema (CY; 0.003) mostraron diferencias entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). En los análisis realizados en la semana 5 solo el tratamiento con 20% de inclusión de harina de maní presentó menor peso de huevo; todos los tratamientos que incluyeron la harina de maní presentaron mayor grosor en la cáscara, siendo los tratamientos con 15% y 20% de inclusión los que indicadores los mejores resultados respecto al tratamiento control; en relación con la coloración de la yema, todos los tratamientos con harina de maní mostraron mejores resultados que el tratamiento control. De manera similar, en la semana 10 los tratamientos con 15% y 20% de inclusión presentaron un menor peso del huevo y todos los tratamientos que incluyeron la harina de maní presentaron un mayor grosor de la cáscara y mejor coloración de la yema.

**Cuadro 3**

*Efecto de la harina de maní en la calidad externa e interna del huevo de gallinas ponedoras (19-28 semanas).*

Ítems	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	10% de harina de maní	15% de harina de maní	20% de harina de maní		
<i>Semana 5</i>						
PH (g)	60.73 <sup>a</sup>	59.95 <sup>a</sup>	58.98 <sup>a</sup>	55.88 <sup>b</sup>	0.887	0.001
AH (mm)	10.12	10.50	10.29	10.68	0.259	0.045
UH	99.29	100.95	100.40	102.60	1.093	0.195
RR (kg F)	5642.57	5650.43	5698.47	5609.23	39.122	0.331
GC (mm)	0.41 <sup>c</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.005	0.001
CY	3.00 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	0.089	0.003
<i>Semana 10</i>						
PH (g)	60.49 <sup>a</sup>	58.77 <sup>ab</sup>	57.62 <sup>c</sup>	57.59 <sup>c</sup>	0.681	0.009
AH (mm)	9.51	10.31	10.22	10.26	0.324	0.259
UH	95.99	100.0	100.20	100.40	1.427	0.086
RR (kg F)	5787.6	5798.53	5790.13	5786.20	20.301	0.426
GC (mm)	0.43 <sup>b</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.008	0.001
CY	3.00 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	4.00 <sup>a</sup>	0.091	0.001

*Nota.* <sup>a,b,c,d</sup>Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a  $P \leq 0.05$ . PH: Peso del huevo; AH: altura del albumen; UH: unidad Haugh;

RR: resistencia a la ruptura de la cáscara; GC: grosor de la cáscara; CY: color de la yema.

La cáscara del huevo es una estructura importante que protege y sostiene las partes blandas del interior. Es una capa semipermeable al agua y al aire, que permite el intercambio gaseoso con el exterior del huevo mediante los poros que la conforman. También es la que previene la contaminación por bacterias u otros microorganismos, la vida de anaquel depende en gran medida por la calidad de esta capa protectora. Se forma en el segmento distal del oviducto de la gallina en un fluido acelular sobresaturado con calcio y bicarbonato; y está constituida por la fase trigonal del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), conocido también como calcita (Nys et al. 2004; Solomon 2010; Hincke et al. 2012)

Esta estructura está compuesta en un 94% a 98% de carbonato de calcio y representa alrededor del 9% al 12% del peso del huevo. Los requerimientos de calcio de las gallinas ponedoras de alta producción son elevados, se estima que necesitan alrededor de 4 g de calcio por día para la producción de un huevo diario, esto debido a la baja capacidad de absorción de este mineral en el

tracto intestinal, solo el 50 al 60% del calcio ingerido está disponible para la formación de la cáscara (Vera Rodríguez y Vélez Pinargote 2012; Bedoya Salazar y Valencia González 2020).

Aunque la cáscara del huevo esté compuesta mayoritariamente de  $\text{CaCO}_3$  hay otros compuestos que inciden en su calidad como: el fósforo, la vitamina  $\text{D}_3$  y algunos minerales traza (Mn, Cu, Zn). La vitamina  $\text{D}_3$  o niacina está directamente relacionada con el metabolismo del calcio. En los riñones estimula la reabsorción tubular, que reduce la excreción de calcio. También mejora la absorción en los intestinos al aumentar su permeabilidad a las sales cálcicas (Aker Narváez y Avelar Flores 2009; Chang 2020).

En el Cuadro 4 se muestra el costo de la harina de maní en la productividad de gallinas ponedoras. Ambos indicadores evaluados, costo del alimento consumido (CAC; 0.006) y costo para producir un huevo (CPH; 0.008), presentan diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Los tratamientos con 15% y 20% de harina de maní representan un menor costo del alimento consumido o producido.

Mientras que en el costo para producir un huevo solo el tratamiento con 20% de harina de maní presenta un valor menor (0.068 US\$). Este resultado demuestra que el uso de hasta 20% de harina de maní podría ser utilizado en las dietas para obtener una mejor respuesta económica, sin embargo, al parecer es necesario una mayor incorporación de aminoácidos como la metionina para incrementar el peso del huevo, con el objetivo de obtener una mejor aceptabilidad por el mercado.

#### Cuadro 4

*Efecto de la harina de maní en el costo de producción de huevos de gallinas ponedoras (19-28 semanas).*

Ítems	Tratamientos experimentales				EE±	Valor de P
	Control	10% de harina de maní	15% de harina de maní	20% de harina de maní		
CAC (USD)	206.58 <sup>a</sup>	201.19 <sup>ab</sup>	198.50 <sup>b</sup>	195.88 <sup>b</sup>	2.367	0.006
CPH (USD)	0.071 <sup>a</sup>	0.070 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	0.068 <sup>b</sup>	0.001	0.008

*Nota.* <sup>a,b,c</sup>Medias con letras diferentes en la misma fila difieren a  $P \leq 0.05$ . CAC: costo del alimento consumido; CPH: costo para producir un huevo.

### **Conclusiones**

La inclusión de 10% de harina de maní indicó la misma respuesta productiva que la dieta control, sin embargo, niveles crecientes redujeron el peso del huevo y la eficiencia alimenticia de las gallinas ponedoras.

La inclusión de niveles crecientes de harina de maní incrementó el grosor de la cáscara y el color de la yema del huevo de gallinas ponedoras.

La inclusión de niveles crecientes de harina de maní redujo el costo de la dieta consumida y el costo para producir un huevo.

### **Recomendaciones**

Utilizar la inclusión de 10% de harina de maní para mantener la producción de huevo, con una mayor coloración de la yema y grosor de la cáscara del huevo.

Evaluar el efecto de la harina de maní en la morfofisiología, salud intestinal, y bioquímica sanguínea de los órganos de las gallinas ponedoras.

## Referencias

- Aker Narváez CE, Avelar Flores JJ. 2009. Metabolito de vitamina D3 (25-OH-D3) en la producción avícola [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 2 de mar. de 2023.230Z]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/aa3ba6f2-2a3e-4b4c-8ccf-7108c6561f19/content>.
- Bedoya Salazar A, Valencia González MP. 2020. Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. Rev Colombiana Cienc Anim. RECIA. 12(2): e776. <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/518/1/TMV57.pdf>. doi:10.24188/recia.v12.n2.2020.776.
- Chang A. 2020. La importancia de la nutrición para la calidad de la cáscara de huevo en reproductoras de pollos de engorde. Ross Note, Aviagen; [consultado el 1 de mar. de 2023]. [https://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/RossNote-EggShellQuality-2020-ES.pdf](https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossNote-EggShellQuality-2020-ES.pdf).
- Criadeaves. 2020. Soja para Gallinas Ponedoras (Ventajas y Desventajas). [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 7 de mar. de 2022+00:00; consultado el 31 de ene. de 2023.525Z]. <https://criadeaves.com/gallinas-ponedoras/soja-para-gallinas-ponedoras/>.
- FEDNA. [actualizado el 15 de feb. de 2023.000Z]. Harina extracción de cacahuete, 52% PB. España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal; [consultado el 15 de feb. de 2023.023Z]. [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-extracci%C3%B3n-de-cacahuete-52-pb](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-extracci%C3%B3n-de-cacahuete-52-pb).
- Hincke MT, Nys Y, Gautron J, Mann K, McKee MD. 2012. The eggshell: structure, composition and mineralization. Frontiers in Bioscience. 17:1266–1280. [https://www.researchgate.net/publication/51895246\\_The\\_eggshell\\_structure\\_composition\\_and\\_mineralization](https://www.researchgate.net/publication/51895246_The_eggshell_structure_composition_and_mineralization).
- Itza Ortiz M. 2020. Parámetros productivos en la avicultura. [sin lugar]: BM Editores; [actualizado el 20 de mar. de 2023.000Z; consultado el 20 de mar. de 2023.268Z]. <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-en-la-avicultura/>.
- Johansson R. 2021. America's Farmers: Resilient Throughout the COVID Pandemic. [sin lugar]: U.S. Department of Agriculture; [actualizado el 31 de ene. de 2023.000Z; consultado el 31 de ene. de 2023.193Z]. <https://www.usda.gov/media/blog/2020/09/24/americas-farmers-resilient-throughout-covid-pandemic>.
- La Colina. 23 de oct. de 2020. ¿Por qué es tan importante una buena alimentación en la avicultura? La Colina; [consultado el 31 de ene. de 2023.413Z]. <https://lacolina.com.ec/por-que-es-tan-importante-una-buena-alimentacion-en-la-avicultura-ecuador-lacolina/>.
- Martínez Aguilar Y. 2021. ¿Es posible sustituir el maíz importado en las dietas de gallinas ponedoras? - Universidad Zamorano. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 13 de jun. de 2022+00:00; consultado el 31 de ene. de 2023.788Z]. <https://www.zamorano.edu/2021/05/11/es-posible-sustituir-el-maiz-importado-en-las-dietas-de-gallinas-ponedoras/>.
- Nys Y, Gautron J, Garcia-Ruiz JM, Hincke MT. 2004. Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. Comptes Rendus Palevol. 3(6-7):549–562. doi:10.1016/j.crpv.2004.08.002.

- Solomon SE. 2010. The eggshell: strength, structure and function. *British Poultry Science*. 51(sup1):52–59. doi:10.1080/00071668.2010.497296.
- Toomer O, Vu T, Wysocky R, Moraes V, Malheiros R, Anderson K. 2021. The Effect of Feeding Hens a Peanut Skin-Containing Diet on Hen Performance, and Shell Egg Quality and Lipid Chemistry. *Agriculture*. 11(9):894. doi:10.3390/agriculture11090894.
- Valdivié Navarro M, Martínez Aguilar Y, Mesa Fleitas O, Botello León A, Betancur Hurtado C, Velázquez Martí B. 2020. Review of *Moringa oleifera* as forage meal (leaves plus stems) intended for the feeding of non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology*. 260(6):114338. doi:10.1016/j.anifeedsci.2019.114338.
- Vera Rodríguez JH, Vélez Pinargote MV. 2012. Adición de carbonato de calcio en la dieta para mejorar los parámetros productivos en ponedoras Isa Brown Fase I [Tesis]. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/518/1/TMV57.pdf>.

**Anexo A**

*Marcaje de jaulas con sus debidos tratamientos*



**Anexo B***Recolección de huevos semanales*

**Anexo C***Pesado de huevos*

**Anexo D**

*Alimentación de las gallinas*



## Anexo E

### *Resistencia a la ruptura*



**Anexo F**

*Altura de la clara densa*



**Anexo G***Color de la yema*

## Anexo H

### *Grosor de la cáscara en el polo medio*

