

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN



**“VALIDACIÓN Y DESARROLLO DE ECUACIONES DE
PREDICCIÓN DE CALIDAD DE HUEVO DE GALLINAS
CON DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO”**

Presentada por:

DANIEL JHONATHAN HUARINGA ESTEBAN

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO

MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN

Lima – Perú

2021

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**

**“VALIDACIÓN Y DESARROLLO DE ECUACIONES DE
PREDICCIÓN DE CALIDAD DE HUEVO DE GALLINAS
CON DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Presentada por:

DANIEL JHONATHAN HUARINGA ESTEBAN

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Víctor Vergara Rubín
PRESIDENTE

Ph.D. Carlos Vílchez Perales
ASESOR

Ph.D. Víctor Guevara Carrasco
MIEMBRO

Mg. Sc. Pedro Ciriaco Castañeda
MIEMBRO

Ph.D. Otto Zea Mendoza
CO-ASESOR

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo constante y su inmenso amor. A mi madre Lourdes, a mi padre Manuel y mis hermanos Geraldin y Sebastián. A mi abuelita Raula, a mis tías Hilda, Jessica, Rosa, Susana y Nancy por sus buenos consejos.

A Sidney Huapaya, por estar a mi lado en cada momento y acompañarme en este camino llamado vida, brindándome su amor y apoyo permanentemente.

A mi mentor y guía, Dr. Carlos Vílchez Perales, por los consejos brindados y el apoyo incondicional, una persona que siempre llevaré en mi mente.

A mis amigos del LINAA: Otto Zea, Liliana Jiménez, Iván Meza, Enrique Pérez, Josselyn Serrano, Miguel Salazar, Nataly Bernuy, Isabel Mauricio, Rubén Céspedes y Jhonatan Inca.

A los miembros de mi jurado: Dr. Víctor Guevara, Ing. Víctor Vergara e Ing. Pedro Ciriaco.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. IMPORTANCIA DEL HUEVO EN EL PERÚ Y EL MUNDO	3
2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO	5
2.2.1. Calidad de cáscara	6
a. Línea genética	7
b. Edad de las gallinas	7
c. Muda	8
d. Integridad de la cáscara del huevo	8
e. Nutrición	8
f. Calidad de agua	10
g. Estrés general	11
h. Estrés por calor	11
i. Enfermedades	11
j. Sistema de producción	12
2.2.2. Calidad interna del huevo	12
a. Albumen	13
b. Yema	14
2.2.3. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad del huevo	16
2.3. MODELACIÓN MATEMÁTICA	17
2.3.1. Modelación matemática aplicada a nutrición y calidad de huevo	18
2.3.2. Validación matemática	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	21
3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES	21
3.3. MATERIAL BIOLÓGICO	21
3.4. EQUIPOS Y MATERIALES	23
3.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO	23

3.5.1. Evaluación de la calidad externa y cáscara	23
3.5.2. Evaluación de la calidad interna del huevo	24
3.6. VALIDACIÓN DE ECUACIONES	26
3.7. DESARROLLO DE ECUACIONES DE PREDICCIÓN	29
3.8. MODELO ESTADÍSTICO	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO	33
4.2. VALIDACIÓN DE ECUACIONES	36
4.3. CORRELACIÓN FENOTÍPICA DE VARIABLES	38
4.3.1. Correlación de las características externas del huevo	38
4.3.2. Correlación de las características internas del huevo	40
4.4. DESARROLLO DE ECUACIONES DE PREDICCIÓN	42
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
VIII. ANEXOS	67

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición del huevo	5
Cuadro 2. Ejemplos de ecuaciones de predicción para determinar calidad de huevo	19
Cuadro 3. Composición y valor nutricional de la dieta de postura fase II	22
Cuadro 4. Ecuaciones usadas para determinar calidad de huevo	27
Cuadro 5. Efecto del tiempo de almacenamiento (días) sobre las características del huevo	34
Cuadro 6. Ecuaciones evaluadas en el presente ensayo	36
Cuadro 7. Comparación del porcentaje de error de validación con diferentes tiempos de almacenamiento	37
Cuadro 8. Matrix de correlación de las características internas y externas de calidad del huevo	39
Cuadro 9. Prueba de supuestos, p-val y R^2 de las ecuaciones desarrolladas	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo I. Datos observados	68
Anexo II. Análisis de Anova y Tukey para las variables paramétricas	102
a. Peso de huevo	102
b. Longitud de huevo	102
c. Diámetro de huevo	102
d. Peso de albumen	103
e. Área superficial del huevo	103
Anexo III. Análisis de Kruskal-Wallis para las variables no paramétricas	104
a. Diámetro de albumen	104
b. Altura de albumen	104
c. Altura de yema	104
d. Diámetro de yema	105
e. Peso de yema	105
f. Peso de cáscara	105
g. Grosor de cáscara	105
h. Color de yema	106
i. Índice de forma de huevo (IFH)	106
j. Unidades Haugh	106
k. Índice de yema	106
Anexo IV. Análisis de ANOVA de las ecuaciones de regresión lineal desarrolladas	107
a. Análisis de varianza para diámetro de albumen	107
b. Análisis de varianza para altura de albumen	107
c. Análisis de varianza para peso de albumen	107
d. Análisis de varianza para peso de cáscara	108
e. Análisis de varianza para grosor de cáscara	108
Anexo V. Correlación entre variables internas y externas	109
Anexo VI. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 1 (huevos frescos, sin almacenar).	110

Anexo VII. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 2 (huevos almacenados 7 días).	110
Anexo VIII. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 3 (huevos almacenados 14 días).	111
Anexo IX. Gráficos de correlaciones entre las variables dependientes e independientes utilizadas para el desarrollo de las ecuaciones de predicción.	111
Anexo X. Composición nutricional de las proteínas del huevo	114
Anexo XI. Panel fotográfico.	114

ABREVIATURAS

AA	Altura de albumen
AA's	Amino ácidos
ANOVA	Análisis de varianza
ASH	Área superficial del huevo
AY	Altura de yema
CO₂	Dióxido de carbono
CY	Color de yema
°C	Grados Celsius
DA	Diámetro de albumen
DAM	Desviación absoluta media
DGESEP	Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas
DH	Diámetro de huevo
DHA	Ácido docosahexaenoico
DY	Diámetro de yema
ECM	Error cuadrático medio
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FSANZ	Food Standards Australia New Zealand
GC	Grosor de cáscara
IFH	Índice de forma del huevo
INEI	Instituto nacional de estadística e informática
IY	Índice de yema
LH	Longitud de huevo
LINAA	Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Aves
MINAGRI	Ministerio de agricultura y riego
<i>n</i>	Tamaño de muestra
NSP	Polisacáridos no amiláceos
PA	Peso de albumen
PC	Peso de cáscara

PEMA	Porcentaje del error medio absoluto
PH	Peso de huevo
PY	Peso de yema
P-val	p valor, nivel de significancia
r	Correlación estadística
R²	Coefficiente de determinación o porcentaje de variación
RECM	Raíz cuadrada del error cuadrático medio
TMA	Trimetilamina
UH	Unidades Haugh
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

RESUMEN

El presente estudio se investigó el tiempo de almacenamiento sobre la calidad del huevo de gallinas ponedoras, y tuvo como objetivo validar y desarrollar ecuaciones de predicción que permitan determinar los parámetros de calidad externa e interna de huevos almacenados hasta catorce días. Se trabajó con 720 huevos de gallinas Hy-Line Brown en la segunda fase de producción. Las gallinas fueron alimentadas con una dieta maíz-soya, con un consumo diario de 120 gramos y agua *ad libitum*. Los huevos fueron divididos en tres grupos de 240 y almacenados para luego medir sus características internas y externas. Las mediciones se realizaron a uno, siete y catorce días de almacenamiento. Se utilizaron las variables peso de huevo (PH), longitud de huevo (LH), diámetro de huevo (DH), peso de cáscara (PC), altura de yema (AY), peso de yema (PY), diámetro de albumen (DA), altura de albumen (AA), peso de albumen (PA), grosor de cáscara (GC), área superficial de huevo (ASH) e índice de forma de huevo (IFH). El análisis estadístico indica diferencias significativas ($p < 0.05$) en la mayoría de las características del huevo a diferentes tiempos de almacenamiento. Con la data recolectada se pudo validar cuatro ecuaciones de predicción tomadas de un ensayo previo: altura de yema ($AY = 2.908 + 0.261DH$; $R^2 = 46.50$), peso de yema ($PY = 3.358 + 0.214PH$; $R^2 = 20.25$), área superficial de huevo ($ASH = 6.254 + 1.387PH$; $R^2 = 99.40$) e índice de forma de huevo ($IFH = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$; $R^2 = 98.80$); la validación se realizó con un nivel de error menor al 12%. Se desarrollaron seis ecuaciones de predicción usando el modelo de regresión lineal para las variables diámetro de albumen ($DA = 39.136 + 0.797LH$; $R^2 = 1.13$), diámetro de albumen ($DA = 35.509 + 0.650LH$; $R^2 = 2.24$), altura de albumen ($AA = 12.017 - 0.076DH$; $R^2 = 31.44$), peso de albumen ($PA = -2.918 + 0.683PH$; $R^2 = 83.34$), peso de cáscara ($PC = -0.315 + 0.099PH$; $R^2 = 30.05$) y grosor de cáscara ($GC = 0.215 + 0.039PC$; $R^2 = 56.93$).

Palabras clave: regresión lineal, correlación, calidad de huevo, gallinas, validación.

ABSTRACT

The present study investigated the storage time on the egg quality of laying hens, and aimed to validate and develop prediction equations that allow determining the external and internal quality parameters of eggs stored up to fourteen days. 720 eggs from Hy-Line Brown hens in the second production phase were worked. The hens were fed a corn-soybean diet, with a daily consumption of 120 grams and water *ad libitum*. The eggs were divided into three groups of 240 and stored to later measure their internal and external characteristics. Measurements were made at one, seven and fourteen days of storage. The variables egg weight (EW), egg length (EL), egg diameter (ED), shell weight (SW), yolk height (YH), yolk weight (YW), albumen diameter (AD), albumen height (AH), albumen weight (AW), shell thickness (ST), egg surface area (ESA) and egg shape index (ESI) were used. Statistical analysis indicates significant differences ($p < 0.05$) in most of the egg characteristics at different storage times. With the data collected, four prediction equations taken from a previous trial can be validated: yolk height ($YH = 2.908 + 0.261ED$; $R^2 = 46.50$), yolk weight ($YW = 3.358 + 0.214EW$; $R^2 = 20.25$), area egg surface ($ESA = 6.254 + 1.387EW$; $R^2 = 99.40$) and egg shape index ($ESI = 0.79 + 0.0307ED - 0.02423EL$; $R^2 = 98.80$); the validation was carried out with an error level of less than 12%. Six prediction equations were developed using the linear regression model for the variables albumen diameter ($AD = 39.136 + 0.797EL$; $R^2 = 1.13$), albumen diameter ($AD = 35.509 + 0.650EL$; $R^2 = 2.24$), albumen height ($AH = 12.017 - 0.076ED$; $R^2 = 31.44$), albumen weight ($AW = -2.918 + 0.683EW$; $R^2 = 83.34$), shell weight ($SW = -0.315 + 0.099EW$; $R^2 = 30.05$) and shell thickness ($ST = 0.215 + 0.039SW$; $R^2 = 56.93$).

Key words: linear regression, correlation, egg quality, layers hens, validation.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el desarrollo de la avicultura semi industrial inicio en el año 1930, alcanzando una producción intensiva e industrializada de líneas genéticas de carne y huevo en los años cincuenta. El sector avícola, orientada a la producción de carne y huevos comerciales, el 2019 participó con el 25,8% dentro del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (ave 21,8% y huevo, 4.0%) y se está posicionando como la primera fuente de proteína animal a nivel nacional y regional. En diciembre 2019, el Sub Sector Pecuario muestra un crecimiento de 3,1 % respecto al similar mes del año anterior influenciado, principalmente, por el comportamiento positivo de la actividad avícola que tuvo un incremento de 3,8% (ave 3,9% y huevo 3,5%). El Sub sector pecuario acumula un crecimiento de 4,1% en el período enero-diciembre 2019 respecto al mismo período del año anterior; la actividad avícola, en 5,0% (ave 4,5% y huevo 8,0%) en relación al mismo período del año anterior. Entre los factores que influyeron en el crecimiento de la actividad avícola tenemos a la genética que juega un papel muy importante en los rendimientos de producción, seguido de la nutrición, sanidad y manejo técnico. Las principales regiones productoras de huevos comerciales son Ica (39,2%), Lima (26,9%) y La Libertad (18,5%). El consumo per cápita de huevo comercial a nivel nacional ha sido de 239 unidades y para Lima Metropolitana este consumo ha sido de 308 unidades en el año 2019.

Las condiciones actuales del mercado y las exigencias por parte de los consumidores conllevan a que los productores ya no enfoquen su manejo solo a la mejora de la productividad, sino que además evalúen la calidad del producto ofrecido; ya que comercializar productos de mala calidad va a repercutir sobre la confianza del consumidor y por ende va a generar un impacto económico negativo en el productor. La actividad avícola en los últimos años ha presentado un constante crecimiento y los productores de huevos se ven desafiados a incrementar su producción manteniendo sus estándares de calidad. Sin embargo, determinar la calidad de huevo genera pérdidas económicas considerables, debido a la necesidad de vulnerar el producto para evaluar sus características internas por lo que se requieren métodos alternativos para reducir dichas pérdidas.

El uso de modelos matemáticos en la ciencia animal se viene utilizando desde hace muchos años; sin embargo, aún se sigue en la búsqueda de una herramienta útil para los productores como una ecuación para predecir la calidad externa e interna del huevo y que ayudaría a mermar, en algún grado, la pérdida económica generada por evaluar la calidad de huevo usando métodos convencionales.

Diversos investigadores a lo largo de los últimos años han desarrollado ecuaciones de predicción para determinar calidad de huevo; sin embargo, dichos estudios se han llevado a cabo utilizando datos de huevos no almacenados (huevos frescos), cuando la realidad de la industria es almacenar el producto para su posterior comercialización y consumo; siendo el tiempo de vida útil óptimo de un huevo a temperatura ambiente alrededor de tres semanas.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue validar ecuaciones de predicción de calidad externa e interna con datos de huevos almacenados 1, 7 y 14 días; y desarrollar nuevas ecuaciones para aquellos parámetros de calidad que no puedan ser predichos por las ecuaciones evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DEL HUEVO EN EL PERÚ Y EL MUNDO

El huevo es un alimento natural, sin conservantes ni aditivos y “envasado en origen”, una de las creaciones más completas de la naturaleza que aporta la mejor nutrición al menor costo. Actualmente el huevo es considerado alimento funcional, ya que cumple con las definiciones de diferentes organizaciones como la del Instituto de los Tecnólogos del Alimento que los define como aquellos alimentos que proporcionan una ventaja fisiológica adicional más allá del cumplimiento de las necesidades alimentarias básicas y son considerados los alimentos del futuro por aportar beneficios extras para la salud (Énfasis 2013).

La producción mundial de huevos en el 2018 fue 103´657,008 toneladas (FAO Statistics – Faostat 2018) lo cual corresponde a un billón 843,932´081,000 huevos en mesa producidos. El promedio de gallinas en producción alrededor del mundo en 2018 fue estimado en 29,081´242,000 (FAO Statistics – Faostat 2018); siendo China quien lidera el ranking con una producción de 53.5Mt (51.65%) y una crianza de 10,600 millones de gallinas. USA es el segundo en el ranking con 6.4Mt (6.23%) con una producción de 1,900 millones de gallinas, seguido por la Unión Europea con 6.3Mt (6.12%) y 1,200 millones gallinas, India con 5.2Mt (5.05%) y 801 millones gallinas, México con 2.8Mt (2.77%) y 568 millones gallinas; finalmente Perú se ubica en el puesto 28 en el ranking con una producción de 452 mil t (0.43%) y una crianza de 160 millones gallinas, esta producción representa 7,928´907,958.3 huevos en mesa.

Bejaei *et al.* (2011) señalaron que, en términos de percepción y preferencias, las percepciones de los consumidores sobre el valor nutricional de los huevos influyen en los tipos de huevo que seleccionaron. Del mismo modo, la mayoría de los consumidores creían que los huevos orgánicos, de corral y de crianza libre tienen un valor nutricional más alto

que los huevos normales. Por ejemplo, según la opinión de los consumidores, los huevos regulares marrones también tienen un mayor valor nutricional que los huevos blancos regulares (Bertechini y Mazzuco 2013). Bertechini y Mazzuco mencionan que temas como el colesterol, las enfermedades transmitidas por los alimentos, entre otros, son las preocupaciones de los consumidores asociadas con el consumo de huevos. Sin embargo, la mayoría de los datos y hechos sobre el consumo de huevos y los daños o beneficios para la salud circulan entre los consumidores sin evidencia científica. La mayoría de las veces la información entrante está desconectada y, a menudo, es opuesta, lo que lleva a percepciones erróneas del consumidor de los huevos sobre el riesgo de enfermedad coronaria (CHD) y ese es el caso del mito del colesterol del huevo. Un huevo contiene solo 213 mg de colesterol (Egg Board Nutrition-EBN 2012), y un adulto puede producir en su sistema hepático alrededor de 3000 mg diarios (McNamara 1997), para satisfacer las necesidades metabólicas básicas de este nutriente. Los resultados de la investigación realizada por Hu *et al.* (1999), McNamara (2002) y Fernández (2006) indicaron que no hay relación entre el colesterol dietético y el consumo de yema de huevo que afecta el aumento del colesterol circulante (hipercolesterolemia).

Se puede notar que el consumo per cápita de huevos en el Perú mostró poca variación en los últimos años con tendencia a aumentar y prácticamente no sugirió cambios significativos; distintos aspectos están involucrados en este estancamiento, son variados, pero el principal es la falta de información sobre la importancia de los huevos como fuente de nutrientes para la dieta y la salud humana, como lo indican Patil *et al.* (2005). Desde 1957, la Junta Británica de Comercialización de Huevos recomienda la ingestión de huevos en el desayuno para comenzar el día con una fuente de proteínas de alta calidad (Guter y Low 2008). El núcleo comestible interior tiene dos compartimentos que son la albúmina (59%) y la yema (31%), donde se encuentran los principales nutrientes para el consumo humano (Cuadro 1).

La mayoría de los nutrientes esenciales se encuentran en la yema y especialmente en las vitaminas liposolubles, presentes exclusivamente en este compartimento. También los ácidos grasos esenciales y la serie omega-3 están presentes en la yema. El huevo exhibe la mejor composición en aminoácidos esenciales para la nutrición humana (Symons *et al.* 2007; Layman y Rodríguez 2009), siendo referenciado en estudios de calidad de proteínas como estándar 100%, con un valor biológico que alcanza el 93.7%.

Cuadro 1: Composición del huevo

Nutriente	Albumen	Yema	Total en Albumen, %	Total en Yema, %
Proteína, g	3.60	2.70	57.00	43.00
Grasa, g	0.05	4.50	1.00	99.00
Calcio, mg	2.30	21.90	9.50	90.50
Magnesio, mg	3.60	0.85	80.80	19.20
Hierro, mg	0.03	0.40	6.20	93.80
Fosforo, mg	5.00	66.30	7.00	93.00
Potasio, mg	53.80	18.50	74.40	25.60
Sodio, mg	54.80	8.20	87.00	13.00
Zinc, mg	0.01	0.40	0.20	99.80
Cobre, mg	0.008	0.013	38.00	62.00
Manganeso, mg	0.004	0.009	30.80	69.20
Selenio, µg	6.60	9.50	41.00	59.00
Tiamina, mg	0.01	0.03	3.20	96.80
Riboflavina, mg	0.145	0.09	61.70	48.30
Niacina, mg	0.035	0.004	89.70	9.30
Ácido pantoténico, mg	0.63	0.51	11.00	89.00
B6, mg	0.002	0.059	3.30	96.70
Folato, µg	1.30	24.80	5.00	95.00
B12, µg	0.03	0.331	8.30	91.70
Vitamina A, UI	0.00	245.00	0.00	100.00
Vitamina E, mg	0.00	0.684	0.00	100.00
Vitamina D, UI	0.00	18.30	0.00	100.00
Vitamina K, UI	0.00	0.119	0.00	100.00
DHA y AA, mg	0.00	94.00	0.00	100.00
Carotenoides, µg	0.00	21.00	0.00	100.00

Adaptado de la base de datos de nutrientes del USDA para referencia estándar, 2012, versión 15. Datos de DHA y AA´s de NutritionData.com

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL HUEVO

La producción de huevos con buena calidad de cáscara y buena calidad interna es fundamental para la viabilidad económica de la industria del huevo en todo el mundo. Los problemas con la calidad del huevo actualmente le cuestan a la industria muchos millones de dólares por año, por lo tanto, es de gran importancia comprender los factores que afectan la calidad de la cáscara y la calidad interna del huevo (Ahmadi y Rahimi 2011). Cerca del 10% de los huevos producidos no cumplen con los estándares de calidad, por lo que no llegan al consumidor (Overfield 1995).

Defectos como quebraduras, suciedades en cáscara, manchas de sangre y carne, decoloración de cáscara, entre otros, causan una gran pérdida a la industria, y si el huevo de inferior calidad llega al consumidor, se genera una pérdida de confianza en el producto. Las características anteriores determinan la calidad de los huevos en general (Ševčíková 2003). Por su parte, Silversides y Villeneuve (1994), sostienen que es importante determinar la calidad de huevo para evaluar el deterioro que éstos sufren con el tiempo, en relación a las condiciones de almacenamiento; así como también, es útil para describir las diferencias en huevos frescos provenientes de ponedoras genéticamente distintas, o cuando son sometidas a diferentes condiciones medio ambientales y nutricionales.

2.2.1. Calidad de cáscara

La cáscara de huevo se ha descrito como un órgano respiratorio para el embrión en desarrollo mediante la regulación de vapor de agua y vital para el intercambio de gases. El proceso de formación de la cáscara toma más del 80% del tiempo que demora la formación total del huevo y por lo tanto abarca un período altamente susceptible de recibir diversas influencias que alteran su calidad (Arias 1998). La calidad de la cáscara sigue siendo una de las principales preocupaciones de muchos de los participantes en la cadena de producción avícola; como los productores de huevos de mesa y productores dedicados a la incubación de huevos (Pavlovski *et al.* 2012).

Harms *et al.* (1990) informaron que aproximadamente de 6 a 8% de la producción total de huevos no era utilizable y/o comercializable debido a la mala calidad de la cáscara, y Roland (1988) señalaba que el 12-13% de los huevos se pierden en el camino desde el productor hasta el consumidor por las mismas razones. Así mismo, la calidad de la cáscara del huevo se puede medir en un número de maneras, algunos de estos métodos necesitan la destrucción del huevo y otros no vulneran su integridad; además, algunos métodos son directos, mientras que otros son indirectos (Roberts *et al.* 1999).

Entre las mediciones directas tenemos la aplicación de presión directa hasta el quiebre, ruptura y punción del huevo, presión parcial (deformación) de la cáscara, o simplemente el peso de la cáscara. Entre las mediciones indirectas tenemos la estimación de la cantidad o densidad de la cáscara, que incluyen el grosor de cáscara, densidad de cáscara, porcentaje

de cáscara y la gravedad específica (Overfield 1995).

Entre los principales factores que afectan la calidad de la cáscara podemos mencionar:

- a. Línea genética:** Como resultado de la selección genética, las diferentes líneas de gallina ponedora varían significativamente en la calidad del cascarón, el tamaño y la producción del huevo (Curtis *et al.* 1995) y existen claras diferencias entre las aves comerciales modernas y las razas tradicionales de aves ponedoras (Hocking *et al.* 2003). La selección de una característica como la producción o el peso del huevo pueden afectar otras características de la gallina, como la calidad de la cáscara del huevo (Poggenpoel *et al.* 1996). Los programas de selección genética necesitan monitorear un rango de características para asegurar que la mejora de una característica no sea a expensas de otros rasgos igualmente importantes.

- b. Edad de las gallinas:** Varios estudios han demostrado que la calidad de la cáscara del huevo disminuye a medida que las aves crecen (Nys 1986; Roberts y Ball 2004). El tamaño del huevo aumenta al aumentar la edad de la gallina al mismo tiempo que el peso de la cáscara aumenta o se mantiene igual. De cualquier manera, el aumento en el peso del huevo no va acompañado de un aumento proporcional en el peso de la cáscara, de modo que la relación entre el peso de la cáscara y el peso del huevo (a menudo denominado porcentaje de cáscara) disminuye (Roberts 2004). Existe alguna evidencia de que la incapacidad de la gallina para producir una mayor cantidad de cáscara de huevo está relacionada con la actividad de la 25-hidroxicolecalciferol-1 hidroxilasa, una enzima involucrada en la homeostasis del calcio (Joyner *et al.* 1987; Elaroussi *et al.* 1994). Las manipulaciones dietéticas que disminuyen el tamaño del huevo pueden mejorar la calidad de la cáscara de huevo en gallinas mayores (Keshavarz 2003b) y algunos suplementos son efectivos para mejorar la calidad de la cáscara de huevo en gallinas envejecidas (Mabe *et al.* 2003). King'ori (2012) menciona que la gallina pierde su capacidad de movilizar el calcio de los huesos, y es menos capaz de producir el carbonato de calcio que se necesita, además de que la absorción y la movilización de calcio disminuye a menos del 50% de lo normal después de 40 semanas de edad.

Tumová y Gous (2012) en un experimento realizado en gallinas ponedoras (Brown

Lohmann) y reproductoras de pollos de engorde (Cobb 500) divididas en dos grupos según su edad 22 y 83 semanas y 36 y 64 semanas, respectivamente; encontraron que el porcentaje de cáscara disminuía a razón del aumento de edad, tanto en las gallinas ponedoras como para las reproductoras; otros estudios demuestran la misma tendencia en los resultados encontrados por Silversides y Scott (2001), Abas y Al-Sardary (2007), Nedeljka *et al.* (2012), Rayan *et al.* (2010) y Roberts *et al.* (2013), también se ha encontrado que la edad del ave puede influir sobre el marcador de translucidez, reflectividad de cáscara (%), resistencia a la rotura de cáscara y deformación de la cáscara (μm) de forma negativa (Roberts *et al.* 2013).

- c. **Muda:** El efecto del envejecimiento en la calidad de la cáscara del huevo puede revertirse hasta cierto punto mediante el proceso de muda inducida (Ahmed *et al.* 2003; Berry 2003). Los resultados son variables dependiendo de la naturaleza y severidad de la muda y la edad de las aves. Roland y Brake (1982) informaron que los beneficios no duraron mucho en las aves mayores y otros trabajadores se refieren a la naturaleza relativamente transitoria de las mejoras en la calidad de la cáscara (Lee 1982; Abu-Serewa y Karunajeewa 1985; Karunajeewa *et al.* 1989; Al-Batshan *et al.* 1994).

- d. **Integridad de la cáscara del huevo:** los defectos considerados en la categoría de integridad de la cáscara del huevo incluyen grietas gruesas, grietas finas, grietas de estrella y huevos con cáscara delgada o sin cáscara. Como los huevos rotos no pueden estar disponibles para la venta al por menor, un alto número de huevos rotos tendrá un impacto negativo en la rentabilidad de cualquier productor de huevos. Una de las razones más obvias para las grietas de cáscara de huevo (incluidas las grietas gruesas, grietas finas y grietas de estrellas) son los daños mecánicos. La resistencia de la cáscara del huevo afecta en última instancia la solidez de la cáscara, con huevos con cáscara más débiles más propensos a grietas y roturas y, posteriormente, contaminación microbiana (Mabe *et al.* 2003; FSANZ 2006). La resistencia de la cáscara puede verse afectada por una amplia gama de factores que incluyen: nutrición, edad de las aves, tamaño del huevo, micotoxicosis, etc.

- e. **Nutrición:** Cada cáscara de huevo contiene hasta 3 gramos de calcio; por lo tanto, la dieta de las gallinas debe contener calcio adecuado en una forma que pueda

utilizarse de manera eficiente. El fósforo dietético inadecuado puede causar la desmineralización del esqueleto en la gallina ponedora. La relación de calcio a fósforo en la dieta es importante ya que los altos niveles de fósforo pueden interferir con la absorción de calcio del intestino, lo que resulta en una calidad reducida de la cáscara (Boorman y Gunaratne 2001). Los requisitos de calcio y fósforo parecen estar influenciados por la edad de las aves, entre otras cosas (Bar *et al.* 2002; Sohail y Roland 2002). Además, las consideraciones ambientales han resultado en presión para minimizar los niveles de fósforo en las dietas, especialmente en algunos países densamente poblados.

Los niveles de calcio en el alimento deben aumentarse durante el período de cría, de 7 a 10 días antes de la aparición del primer huevo (Roland y Bryant 1994). Existe cierta evidencia de que la provisión de calcio adicional demasiado pronto puede tener efectos negativos en los riñones si los niveles de fósforo son bajos (Rao *et al.* 1992). Sin embargo, lo que es más importante, si no se proporciona calcio adicional lo suficientemente temprano, puede haber efectos negativos a largo plazo sobre el metabolismo del calcio y las reservas óseas de calcio (Nys 1999; Roland y Bryant 2000).

Las vitaminas como la vitamina D son necesarias para el metabolismo del calcio y deben incluirse en la dieta (Hurwitz 1987). El metabolito de la vitamina D, 25-hidroxivitamina D3 (que se convierte en la forma biológicamente activa de la vitamina D3 dentro del ave) ahora está disponible comercialmente y puede resultar valioso en algunas circunstancias. Los niveles adecuados de vitamina C son esenciales para una buena salud normal y también pueden ayudar a aliviar los efectos del estrés (Daghir 1995). También hay evidencia de que la vitamina E suplementaria ayuda en condiciones de estrés por calor (Bollengierlee *et al.* 1998). Los niveles bajos de vitamina A pueden aumentar la incidencia de manchas de sangre, lo que reduce la calidad interna del huevo (Becker y Bearse 1973 citado en Pingel y Jeroch 1997).

Algunos minerales son necesarios en pequeñas cantidades. Estos incluyen zinc y manganeso que actúan como cofactores o activadores de enzimas que están involucradas en la formación de cáscaras de huevo. La forma en que se ingieren

estos oligoelementos influye en la eficiencia con la que pueden ser utilizados por las gallinas ponedoras (Mabe *et al.* 2003).

La fitasa se usa en las dietas de aves de corral para liberar fósforo unido al fitato y reducir los niveles de fósforo en el efluente. Se ha demostrado que la suplementación con fitasa mejora la calidad de la cáscara del huevo, y los efectos de la suplementación con fitasa se modifican por los niveles de calcio y fósforo sin fitatos en la dieta (Hatten *et al.* 2001; Jamroz *et al.* 2003; Keshavarz 2003a; Lim *et al.* 2003).

Las dietas que contienen altos niveles de polisacáridos sin almidón (NSP) aumentan la viscosidad intestinal, retienen una gran cantidad de agua y provocan excrementos acuosos y pegajosos. El uso de enzimas degradantes de NSP se ha utilizado durante algún tiempo en las dietas de engorde, para aliviar estos problemas (Choct y Hughes 1997). En los últimos años, se han agregado enzimas alimenticias a las dietas de las gallinas ponedoras, principalmente en un intento por reducir la incidencia de excrementos húmedos y los consecuentes problemas de manejo.

La contaminación del alimento con micotoxinas tiene el potencial de reducir la producción y la calidad de la cáscara del huevo, es probable que estos efectos estén mediados por una reducción en la ingesta de alimento contaminado (Suksupath *et al.* 1989). Algunas gallinas, como resultado de poseer un gen heredado, acumulan cantidades significativas de trimetilamina (TMA) en los huevos, lo que resulta en un olor inaceptable al fuego. La causa es la incapacidad de las gallinas para oxidar el TMA contenido en los ingredientes del alimento, como la harina de colza y la harina de pescado (Pingel y Jeroch 1997).

- f. **Calidad de agua:** la calidad del agua puede influir en la calidad de la cáscara del huevo. El agua que contiene altos niveles de electrolitos (agua potable salina) puede tener efectos negativos a largo plazo en la calidad de la cáscara del huevo (Balnave y Yoselewitz 1987). El agua suministrada a las aves también debe ser higiénica para garantizar que las enfermedades no se transmitan por esta ruta. La temperatura del agua proporcionada a las gallinas ponedoras también es importante, especialmente durante el clima cálido. Las gallinas reducen la ingesta de agua o incluso pueden

dejar de beber si el agua se calienta demasiado. Los estudios han demostrado que la provisión de agua potable fría puede mejorar la calidad de la cáscara del huevo en gallinas estresadas por el calor (Glatz 1993).

- g. Estrés general:** Una variedad de tipos de estrés en general pueden afectar la calidad de la cáscara del huevo. El estrés puede inducir retrasos en el momento de la ovoposición cuando las gallinas retienen sus huevos y esto puede provocar una mayor incidencia de huevos con bandas blancas y huevos de losa (Reynard y Savory 1999). El huevo con banda blanca es el que se retiene más allá del tiempo de ovoposición normal, mientras que el huevo de losa es el que ingresó a la glándula de la cáscara mientras el primer huevo todavía estaba allí. Los factores estresantes de la reubicación, o la exclusión de los nidos a los que normalmente tenían acceso las gallinas, pueden causar un aumento en la incidencia de huevos “espolvoreados” con calcio, con bandas blancas, de losas y deformes (Hughes *et al.* 1986; Reynard y Savory 1999).
- h. Estrés por calor:** El estrés por calor reduce el consumo de alimento y limita la disponibilidad de calcio en la sangre para la formación de cáscara de huevo. También puede reducir la actividad de la anhidrasa carbónica, una enzima que produce la formación de bicarbonato que contribuye al carbonato a la cáscara del huevo (Balnave *et al.* 1989). Por lo tanto, la suplementación con bicarbonato de sodio durante el estrés por calor puede mejorar la calidad de la cáscara del huevo (Altan *et al.* 2000). La forma de calcio proporcionada probablemente afecta la capacidad de las aves para producir cáscaras de huevo de buena calidad en condiciones de calor y parece que la provisión de aproximadamente la mitad del calcio en la dieta en forma de partículas gruesas puede mejorar la calidad de la cáscara de huevo en aves estresadas por el calor. Parece que el requerimiento de fósforo de las gallinas ponedoras aumenta ligeramente a altas temperaturas ambientales (Garlich *et al.* 1978, citado en Nys 1995).
- i. Enfermedades:** Se ha informado de una serie de enfermedades que afectan la calidad de cascarón de huevo. Cualquier enfermedad que comprometa la salud del ave puede resultar en huevos defectuosos y cáscaras defectuosas por medios indirectos. Cualquier agente patógeno que crezca en los tejidos del tracto

reproductivo puede causar problemas con la formación de la cáscara del huevo. Se ha informado que la bronquitis infecciosa causa que las cáscaras de los huevos sean de color más pálido y a veces de apariencia arrugada. El síndrome de gota de huevo, además de causar caídas en la producción, también puede dar lugar a cáscaras de huevo de color más pálido y otras deformidades como huevos de cáscara blanda o cáscaras ásperas (Charlton *et al.* 2000). Otras enfermedades que pueden causar caídas de producción son la enfermedad de Newcastle, influenza aviar, encefalomiелitis aviar y *Mycoplasma gallisepticum* (Charlton *et al.* 2000).

- j. Sistema de producción:** El tipo de sistema de producción puede influir en la calidad de la cáscara del huevo. Las comparaciones directas entre los diferentes tipos de sistemas de producción (por ejemplo, jaula, gallineros, campo libre) se han hecho difíciles por la escasez de experimentos en los que todas las demás variables se han mantenido constantes. Algunos estudios han encontrado efectos de la densidad de la jaula en la calidad de la cáscara del huevo (Mench *et al.* 1986), mientras que otros no informan efectos consistentes (Lee y Moss 1995).

2.2.2. Calidad interna del huevo

La calidad interna del huevo implica propiedades funcionales, estéticas y microbiológicas del albumen y yema. Se trata de un aspecto fundamental para el consumidor, estando determinado por parámetros morfológicos, químicos, físicos, microbiológicos y organolépticos de la yema y el albumen. La parte interna del huevo, que constituye el 88-91% del peso mismo, se compone de yema y albumen, siendo la proporción de estos componentes un factor importante para la industria alimentaria. Tan pronto como el huevo es puesto, su calidad interna comienza a disminuir: cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento, más se deteriora la calidad interna (Inca 2016). Sin embargo, la composición química del huevo no cambia mucho. La calidad interna del huevo se mide de varias maneras. Un huevo de buena calidad debe estar libre de imperfecciones internas como manchas de sangre, manchas de pigmento y manchas de carne. Algunas máquinas comerciales de clasificación permiten la detección de estos defectos.

La calidad del albumen y yema son indicadores de la condición interna del huevo, y pueden ser evaluados de la siguiente manera:

a. Albumen

Las proteínas del albumen de huevo son ricas en aminoácidos esenciales, y poseen un excelente valor nutricional, por lo que durante mucho tiempo han sido considerados como proteínas de referencia (Cheftel *et al.* 1985 y Mine 1995). Esta reserva de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales es notable para las variedades de nutrientes que contiene y su alto valor nutritivo, debido a un equilibrio perfecto de sus constituyentes. El huevo siempre es reconocido como un alimento de alta calidad nutricional para los seres humanos, principalmente el albumen (Lorient *et al.* 1994; Alais y Linden 1997; Adrian *et al.* 1998; Nys y Sauveur 2004 y Lafon y Lafon 2009).

La disminución en la calidad del albumen una vez que se puso el huevo se debe a la pérdida de agua y CO₂. En consecuencia, el pH del huevo se altera, perdiendo la estructura de la proteína del albumen denso, lo que resulta en un aumento del albumen acuoso. La apariencia turbia del albumen es también debido al CO₂; cuando aumenta el tiempo de almacenamiento del huevo, la pérdida del CO₂ hace que el albumen sea menos transparente, en comparación con los huevos frescos (Fuentes 2002). De todas las técnicas de medida de la calidad interior del huevo abierto, las Unidades Haugh (UH) representan una unidad de medida objetiva y precisa, y su valor para cada huevo está en función del peso total del huevo y de la altura de albumen denso (Periago 2010). La Unidad Haugh (Haugh 1937) ha sido usada por la industria desde su desarrollo para la medición de la calidad del albumen. Se trata del logaritmo de la altura del albumen denso corregido con respecto a un peso de huevo 2 onzas (56,7g) a temperatura superior o igual a 12°C (Fuentes 2002).

La calidad de la albúmina generalmente se mide a partir de la altura de la albúmina a una distancia de 1 cm del borde de la yema. La altura de la albúmina generalmente se convierte en unidades de Haugh, según el siguiente cálculo de Haugh (1937):

$$UH = 100 \text{ Log} (H - 1,7 P^{2,37} + 7,57)$$

En donde: UH = Unidad Haugh, H = Altura (mm) de albumen denso y P = Peso (g) del huevo.

b. Yema

En la yema se encuentran varias vitaminas, lípidos y minerales del huevo y por ello es una parte nutricionalmente muy valiosa. Su contenido en agua es de aproximadamente el 50% (Egg institute 2009). El color de la yema de gallinas ponedoras se determina principalmente por el contenido y el perfil de los carotenoides de pigmentación presentes en su alimentación y se puede adaptar fácilmente a través de los ingredientes del alimento (Hernández *et al.* 2006).

Con respecto a las características sensoriales, los resultados de las encuestas realizadas en los últimos 10 años en varios países europeos indican que los consumidores valoran una serie de características tangibles del huevo, sobre todo la resistencia de la cáscara, consistencia de albumen, y color de la yema (Hernández *et al.* 2006). Aunque la percepción del consumidor de color de la yema de huevo es generalmente vinculada a la ubicación geográfica, la cultura y las tradiciones; es cierto que los consumidores en la mayor parte del mundo prefieren las yemas pigmentadas intensamente (Beardsworth y Hernández 2004). Por su lado, DSM (2014) menciona que el color de la yema es uno de los principales criterios utilizados por el consumidor para juzgar la calidad de los huevos. Sin embargo, es cierto que la mayoría de los consumidores en partes del mundo prefieren las yemas de color amarillo dorado.

Los carotenoides presentes en la alimentación de la gallina ponedora, son responsables del color de la yema de huevo. Las fuentes más importantes de los carotenoides en la alimentación de aves de corral son maíz amarillo, extractos de marigold y carotenoides idénticos a los naturales (DSM 2014). Del mismo lado, para la evaluación de la intensidad del color de yema se viene utilizando el DSM Yolk Color Fan (Abanico colorimétrico), que es ampliamente aceptada en todas las cadenas productoras de huevo, como el estándar para la medición de color de la yema de forma rutinaria y fiable (Beardsworth y Hernández 2004).

La mayoría de encargados de la comercialización de huevos requieren yemas de color amarillo oscuro a anaranjado intenso en el rango de 6 a 12. Yemas de color más intenso posiblemente se requieren para mercados específicos (Coutts y Wilson 2007). Dentro de las otras evaluaciones de calidad de yema tenemos: índice, diámetro, porcentaje y altura de yema que se determina midiendo el diámetro de la yema y la altura de la yema de huevo

usando un micrómetro de trípode estándar. Las mediciones se toman de la yema de huevo en la posición natural cuando el huevo se rompió (Funk 1948).

- **Edad de la gallina:** Con el envejecimiento de las gallinas se han encontrado algunos cambios típicos en los huevos, tales como: aumento de la proporción de yema, reducción del porcentaje de albumen denso, reducción de la materia seca de la yema y la reducción de la grasa total de la yema (Fletcher *et al.* 1981 y Burley y Vadehra 1989). La edad de las gallinas es importante ya que la calidad de albumen disminuye con la edad de las aves (Silversides y Scott 2001; Roberts y Ball 2004). En gallinas con mayor edad el dióxido de carbono (CO₂) se pierde a través de la cáscara, el contenido del huevo se vuelve más alcalino, haciendo que el albumen se convierta cada vez más transparente y acuosa (Benton y Brake 2000). Estudios mencionan que las Unidades Haugh disminuyen con el aumento de la edad del ave, las Unidades Haugh disminuyen alrededor de 1,5 a 2 unidades por cada mes durante la postura (Kato *et al.* 1981). Doyon *et al.* (1986) reportaron que las Unidades Haugh disminuyen a una tasa bastante constante de 0,0458 unidades por día de puesta a medida que envejece la gallina, además también menciona que, en una situación ideal, las Unidades Haugh deben ser en promedio de 102 a las 20 semanas de edad, cayendo a un promedio de 74 Unidades Haugh a las 78 semanas de edad.

Teniendo en cuenta que el rendimiento medio de las características internas de calidad del huevo disminuye con la edad (Ledur *et al.* 2002 y Johnston y Gous 2007), la influencia que tiene la edad de gallina en la calidad interna del huevo fue investigado por (Rossi y Pompei 1995) quienes encontraron que el peso medio de la yema de huevo y su porcentaje aumentó con la edad de las gallinas. Varios estudios han demostrado el efecto de la edad sobre la yema de huevo. Zita *et al.* 2009 realizaron un experimento en tres líneas de gallinas de postura (ISA Brown, Hisex Brown y Moravia BSL) durante tres periodos (20-26 semanas de edad; 36-42 semanas de edad y 54-60 semanas de edad), en el cual reportan que el peso y el porcentaje de yema aumentan según aumenta la edad de las gallinas, mientras que el índice de yema disminuye con el avance de la edad de la gallina, estas respuestas encontradas fueron altamente significativas ($P < 0.0001$), a la luz de estos resultados podemos observar como la edad afecta de forma negativa las características de la calidad de yema.

2.2.3. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad del huevo.

Después de la postura, en un proceso natural el huevo pierde agua y CO₂. Alteraciones de temperatura y humedad de almacenamiento pueden reducir la calidad interna de los huevos. La calidad de la albúmina es un indicador importante de la frescura del huevo y está relacionada con la edad de las aves, así la calidad inicial de la albúmina disminuye en aves adultas (Samli *et al.* 2005). Sin embargo, el aumento de la temperatura de almacenamiento, acelera las reacciones físico-químicas, degradando las proteínas de la albúmina, volviendo la albúmina más fluida, debido a que las proteínas están unidas al agua, las cuales pasan a través de la yema en una reacción de osmosis (Leandro *et al.* 2005).

Barbosa *et al.* (2004) estudiaron el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad interna de los huevos comerciales, los autores observaron un aumento lineal en el porcentaje de yema de huevo como una función del tiempo de almacenamiento. Esto podría estar relacionado con la edad de los huevos, ya que, durante la postura existe un gradiente de presión osmótica entre la albúmina y la yema, así la membrana de la yema podría hacerse más permeable, la cual aumenta progresivamente a medida que el agua pasa de la albúmina a la yema (Samli *et al.* 2005; King'ori 2012), aumentando su tamaño, sin embargo; aunque este proceso es lento, la temperatura de almacenamiento tendría un efecto mayor sobre los componentes del huevo (albúmina, yema y cáscara), que el tiempo de almacenamiento (Barbosa *et al.* 2004). Durante el almacenamiento, la pérdida de humedad y el dióxido de carbono a través de los poros de la cáscara provocan cambios en la calidad de la albúmina y la yema, así como pérdida de peso de los huevos (Stadelman 1995). A pesar de que los huevos tienen un empaque natural (la cáscara), pueden producirse graves pérdidas debido al daño de la cáscara (Hamilton 1982). La calidad de la cáscara es un factor importante en la producción de huevos. La cáscara del huevo puede tener de 7000 hasta 17000 poros diminutos que permiten que la humedad y el dióxido de carbono salgan y el aire entre. Esta porosidad acorta la vida útil del huevo a medida que las proteínas se degradan y se pierde agua (Caner y Cansiz 2006).

La densidad de la albúmina del huevo fresco al primer día de la postura no depende de la temperatura externa, sin embargo, la albúmina tiende a ser más líquida con el transcurso del tiempo. El CO₂ disuelto en la albúmina durante el proceso de formación del huevo pasa a la atmósfera como resultado del gradiente de concentración negativo. Esta pérdida de CO₂ aumenta el pH (de 7.8 a la 9.7) de la albúmina, tornándola más líquida y consecuentemente

disminuyendo su calidad (Ahmadi y Rahimi 2011; King'ori 2012). El método de almacenamiento y transporte de los huevos también es un factor a tener en cuenta, ya que, si se mantiene el huevo almacenado por un periodo prolongado de tiempo y bajo condiciones de altas temperaturas, las Unidades Haugh se verán afectadas (Samli *et al.* 2005). Nepomuceno *et al.* (2014) han evaluado la calidad de los huevos de dos empresas posterior a 5 y 15 días de su empaque encontrando que posterior al almacenamiento el 90% de la cáscara posee total integridad, se disminuye el peso de los huevos y de la yema, adicionalmente los resultados presentan que el pH del huevo y de la yema se mantiene en el almacenamiento. Otro estudio realizado por De Moura *et al.* (2009) determinó que los huevos de codorniz japonesa (*Coturnix japónica*) almacenados en refrigeración por 20 días presentan mejores características de calidad interna (altura de la albúmina y la unidad Haugh) frente a los productos almacenados a temperatura ambiente.

Se ha comprobado que a partir de 25°C de temperatura comienza a perderse alrededor de 0.5g de peso en el huevo, autores como Corona (2013) considera que la pérdida de peso cuando aumenta la temperatura está relacionada con la disminución de la capacidad termorreguladora de la reproductora, la pérdida de agua y CO₂, lo que permite un aumento de la cámara de aire del huevo y por ende detrimentos en las unidades de Haugh. Hernández *et al.* (2013) afirman que debido a la pérdida de agua que se produce a temperatura ambiente se origina una alteración en la estructura, consistencia y viscosidad de la albúmina.

Ramírez *et al.* (2016) observaron que a medida que incrementa los tiempos de conservación del huevo disminuye la altura de la albúmina hasta llegar a los 20 días hasta 5.46 mm, así mismo indican que la frescura y la calidad proteica del huevo presentaron unidades Haugh aceptable para 15 y 20 días y de excelente a muy buena de 0 a 10 días.

2.3. MODELACIÓN MATEMÁTICA

La modelación matemática es un intento de describir alguna parte del mundo real en términos matemáticos. Modelos matemáticos han sido construidos en todas las ciencias tanto físicas, como biológicas y sociales. Es natural que los modelos matemáticos sean modelos de analogía incompleta, es decir, que reflejan solamente algunas propiedades del objeto modelado (Brito *et al.* 2011).

Lawson y Marion (2008) mencionan que los sistemas en el mundo real son demasiados complicados para modelar en su totalidad; por lo tanto, el primer nivel es identificar las partes más importantes del sistema; el segundo nivel concierne a la cantidad de manipulación matemática que vale la pena. Aunque las matemáticas tienen el potencial de probar resultados generales, estos dependerán de la forma en que se use la ecuación.

La modelación y simulación tienen como objetivo la simplificación, en lugar de una producción inútil de copias complejas (Velten 2009). El proceso de modelación involucra una serie de procedimientos, a saber, elección del tema; reconocimiento de la situación/problema (delimitación del problema); familiarización con el tema que va a ser modelado (referencial teórico); formulación del problema (hipótesis); formulación de un modelo matemático (desarrollo); resolución del problema a partir del modelo (aplicación); interpretación de la solución y la validación (evaluación) del modelo (Biembengut y Hein 1999).

Por otra parte, la creación de modelos matemáticos no requiere significativos gastos materiales y la realización del propio proceso de modelación con ayuda de los modernos medios de cómputo permite efectuarla en un tiempo relativamente pequeño. En un modelo matemático se establece un conjunto de relaciones (de igualdad y/o de desigualdad) definidas en un conjunto de variables que reflejan la esencia de los fenómenos en el objeto de estudio. Formalmente un modelo matemático M es una estructura, donde R es el conjunto de las relaciones y V el conjunto de las variables (Brito *et al.* 2011). El modelado matemático se usa por varias razones diferentes; que tan bien se logre un objetivo en particular depende tanto del estado de conocimiento sobre un sistema como de que tan bien se realiza el modelado (Lawson y Marion 2008).

2.3.1. Modelación matemática aplicada a nutrición y calidad de huevo

Ortega (2000) menciona que la Matemática Aplicada en las ciencias agropecuarias permiten brindar criterios y herramientas básicas para manejar e interpretar cada vez mejor la actividad agrícola, satisfacer las demandas de nuevas tecnologías para producir en mercados globales altamente competitivos resguardando los recursos naturales y tomar decisiones a mediano y largo plazo en condiciones similares de experimentación.

Una excelente revisión de los modelos matemáticos y su implicancia en la nutrición animal fue publicada por Dumas *et al.* (2008), quien define el modelamiento matemático como: "El uso de ecuaciones para describir o simular procesos en un sistema que se aplica inherentemente el conocimiento y es indispensable para la ciencia y la sociedad, especialmente la agricultura". Çiçek *et al.* (2011) mencionan que las ecuaciones predictivas de regresión son usadas para determinar las características de calidad interna del huevo, sin romper el huevo. Sin embargo, se pueden enfrentar algunos problemas en el caso que las variables independientes estimadas sean altamente dependientes entre sí. En el cuadro 2 se muestran ejemplos de ecuaciones de predicción para determinar calidad de huevo desarrolladas por diversos investigadores.

Cuadro 2. Ejemplos de ecuaciones de predicción para determinar calidad de huevo.

Ecuación	Año	Especie	Y	X	p-val	R ²	Autor
$PH = 14.89 + 5.40LH$	2008	Reproductora	PH	LH	<0.05	0.297	Yakubu <i>et al</i>
$LH = 0.014 + 1.148PH$	2009	Codorniz	LH	PH	<0.01	0.199	Alkan <i>et al</i>
$LH = 0.016 + 1.104PH$	2009	Codorniz	DH	PH	<0.01	0.155	Alkan <i>et al</i>
$PC = (2.0341PH) - 2.1014(PH/GE)$	1990	Gallina	PC	PH; GE	<0.01	0.923	Harms <i>et al</i>
$GC = 0.154646 + 0.076448DH$	2008	Reproductora	GC	DH	<0.05	0.042	Yakubu <i>et al</i>
$ASH = (0.9658DH/LH + 2.1378) LH*DH$	2005	Gallina	ASH	LH; DH	-	0.961	Narushin
$DA = 0.219 + 1.045PH$	2013	Codorniz	DA	PH	<0.01	0.301	Cicek <i>et al</i>
$PA = 0.279557 + 0.468198PH$	2003	Codorniz	PA	PH	<0.01	0.722	Khurshid <i>et al</i>
$PY = 1.876 + 0.273PH$	2015	Gallina de Guinea	PY	PH	<0.05	0.686	Onunkwo and Okoro
$UH = 117.74 - 0.85PH$	1993	Gallina	UH	PH	<0.05	0.235	Iposu <i>et al</i>

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; PY: Peso de yema; UH: Unidades Haugh; GE: gravedad específica.

Farooq *et al.* (2001b) reportaron una correlación positiva entre el peso del huevo, peso de la cáscara y grosor de la cascara en codornices de postura. Farooq *et al.* (2001a) también reportaron una asociación significativa y positiva del peso del huevo con el largo y diámetro del mismo en huevos de Fayoumi (raza de gallina antigua originaria de Egipto).

Narushin *et al.* (2001) usaron modelos lineales, cuadráticos, logísticos, alométricos, exponenciales, algorítmicos y s-modelo para definir la practicabilidad en la estimación del peso del huevo con el albumen, yema y peso de cáscara en huevos de codornices, y para referenciar la correlación entre el peso del huevo y tales rasgos para determinar si los modelos fueron adecuados. Narushin (1994) sugirió varias ecuaciones empíricas para la estimación indirecta del peso del huevo con el albumen, yema y peso de cáscara en diferentes especies de aves.

Inca (2016) menciona que son varios los estudios que utilizaron el modelamiento matemático para el desarrollo de ecuaciones de predicción sobre calidad de huevo como es el caso de Harms *et al.* (1990), Bennett (1993), Narushin *et al.* (2002), Seker (2004), Narushin (2005), Yakubu *et al.* (2008), Rashidi and Gholami (2011), Sarica *et al.* (2012), Olowofeso *et al.* (2013) y Mieszkalski (2014).

2.3.2. Validación matemática

En el ámbito de la Matemática científica, la validación es una actividad que se considera fundamental y transversal a cualquier contenido matemático (Inca 2016). La validación de un conocimiento va asociada a la “prueba o demostración matemática”, que en su paradigma clásico se presenta como una sucesión finita de funciones proposicionales (expresiones de lógica cuantificacional) y de proposiciones encadenadas por inferencias lógicas (Carnelli *et al.* 2008).

La validez se refiere al grado en que una evaluación realmente mide lo que pretende evaluar y así sirve para los fines previstos. Desde esta perspectiva, las evaluaciones a sí mismas pueden ser válidas o no; razón por la cual la evidencia de validez se debe establecer en el contexto de las interpretaciones específicas (Herman y Choi 2012). Por otra parte, la validez es una cuestión de grados; la validación requiere la acumulación de pruebas para apoyar el argumento de que las puntuaciones derivadas de un rendimiento de prueba dado resulten precisas, para apoyar interpretaciones y usos previstos (Kane 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en las siguientes instalaciones:

La recolección de huevos se realizó en la Unidad Experimental de Aves de la UNALM; posteriormente la evaluación de las características internas y externas del huevo se llevó a cabo en las instalaciones del Bioterio de la UNALM. Finalmente, la validación y desarrollo de ecuaciones se trabajó en el Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Aves (LINAA) – UNALM.

3.2. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se trabajó con gallinas Hy-Line Brown de 42 semanas de edad pertenecientes a la Granja de la Unidad Experimental de Aves de la UNALM, ubicada en el Distrito de La Molina, Lima. Las gallinas fueron alimentadas con una dieta basal maíz-soya (Cuadro 3). La alimentación fue *ad libitum* siguiendo las recomendaciones de la casa genética (Hy-Line International 2018).

3.3. MATERIAL BIOLÓGICO

Para el presente trabajo se recolectó un total de 670 huevos que no presentaron manchas, rajaduras, deformidades, ni tamaños anormales. La recolección se realizó en tres días seguidos, con un total de 240 huevos el primer y segundo día, y 190 el día tres.

Los huevos recolectados de forma diaria (240 huevos) fueron divididos en tres grupos de 80 y almacenados para su respectiva evaluación.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

T1: huevos almacenados 1 día

T2: huevos almacenados 7 días

T3: huevos almacenados 14 días

Cuadro 3: Composición y valor nutricional de la dieta de postura fase II.

Ingredientes	%
Maíz	57.48
Torta de Soya	20.00
Harina de pescado	1.00
Aceite de Palma	3.00
Afrecho de trigo	6.11
Carbonato de Calcio Granulado	6.60
Carbonato de Calcio Fino	3.30
Fosfato Dicálcico	1.07
Cloruro de colina, 60%	0.25
Bicarbonato de Sodio	0.20
Sal común	0.18
Adsorbente de micotoxinas	0.10
Metionina DL	0.15
Lisina-HCl	0.03
Treonina-L	0.07
Premix postura	0.15
Promotor de crecimiento	0.07
Antifúngico	0.10
Antioxidante	0.02
Fitasa	0.01
Xilanasa	0.01
Acidificante	0.05
Larvicida	0.05
Composición nutricional	
EM, kcal	2670
Proteína cruda, %	13.33
Lisina digestible, %	0.65
Metionina digestible, %	0.33
Metionina + Cistina digestible, %	0.59
Treonina digestible, %	0.46
Triptófano digestible, %	0.14
Calcio, %	3.83
Fosforo disponible, %	0.33
Sodio, %	0.15

3.4. EQUIPOS Y MATERIALES

Para el desarrollo del presente trabajo y la determinación de los datos requeridos se realizaron trabajos de pesajes y mediciones sobre las variables objetivos; para esto se requirió de una balanza electrónica con capacidad de 1 kilogramo con aproximación a la centésima (0.01 g), un micrómetro electrónico (caliper), plataformas lisas de plástico. Para la evaluación del color de yema se utilizó el abanico colorimétrico de DSM.

Según las indicaciones de Inca (2016) para la separación de la yema del albumen total y así poder obtener el peso de albumen y peso de yema individualmente se utilizó una botella de plástico de 625 ml. Para lavar las cáscaras se utilizó un recipiente y para guardar las cáscaras se utilizaron recipientes transparentes de plástico.

3.5. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HUEVO

Se evaluó la calidad externa y la calidad interna de todos los huevos recolectados y almacenados durante la fase experimental.

3.5.1. Evaluación de la calidad externa y cáscara

Entre las variables evaluadas tenemos:

- **Peso del huevo:** Se pesó cada huevo sobre la plataforma de la balanza. Previamente la balanza fue nivelada para evitar que el huevo se desplace hacia los lados.
- **Longitud o largo del huevo:** Fue medido directamente con el uso del micrómetro digital. Los huevos fueron medidos desde sus extremos opuestos.
- **Diámetro o ancho del huevo:** Se midió siguiendo las recomendaciones de Inca (2016), ubicando con las patas de medición externa del micrómetro la parte más extensa de la línea ecuatorial del huevo, se realizó dos medidas de ancho haciendo rotar el huevo, utilizando el promedio de ambas mediciones para el análisis estadístico.

- **Peso de cáscaras:** El pesaje de las cáscaras se realizó directamente sobre la balanza. Previo al pesaje las cáscaras fueron lavadas para remover la cutícula y secadas tres días al ambiente.
- **Grosor de cáscara:** Se tomaron tres medidas de la parte central del huevo. El promedio de las tres medidas determinó el grosor de cáscara.

3.5.2. Evaluación de la calidad interna del huevo

Las variables consideradas para determinar calidad interna del huevo fueron las siguientes: peso de albumen, peso de yema, diámetro de albumen, diámetro de yema, altura de albumen denso, altura de yema y color de yema.

Se niveló la balanza en una superficie plana, posteriormente se colocó una plataforma sobre la balanza y se taró para no considerar el peso de la plataforma. El contenido del huevo fue depositado sobre la plataforma y el orden en que se realizó las mediciones *in situ* fue el siguiente:

- **Diámetro de albumen denso:** Se midió con el micrómetro, tomando dos puntos extremos del albumen denso. La medición se realizó en forma de “cruz (+)”, tomando medidas en dos puntos, siendo la segunda medida perpendicular a la primera. El promedio se trabajó como diámetro del albumen.
- **Altura del albumen denso:** Con la ayuda del micrómetro se tomaron dos puntos de altura, a una distancia de 1 cm del borde de la yema. El promedio de ambas medidas se consideró como altura de albumen.
- **Diámetro de yema:** La medición se realizó en forma de “cruz (+)”, tomando medidas en dos puntos, siendo la segunda medida perpendicular a la primera. El promedio se trabajó como diámetro de la yema.
- **Peso del albumen:** Para obtener el peso del albumen se tuvo que extraer la yema con la ayuda de una botella plástica de 625 ml mediante succión de la misma.

Luego de extraer la yema se pudo obtener el peso del albumen. Después de pesar el albumen, este se desechaba, la plataforma se limpiaba y se colocaba nuevamente en la balanza.

- **Peso de yema:** Para obtener el peso de la yema nos asegurábamos que la balanza con la plataforma sobre ella se encuentre tarada. Se depositaba la yema sobre la plataforma y se obtenía el peso.
- **Color de yema:** Para este parámetro se utilizó el DSM Yolk Color Fan, y según las indicaciones de Inca (2016) se procedió con la lectura, en el cual se colocaba las puntas del colorímetro en la parte media de la yema. Se establecía que el color de yema era el número de la paleta que más se asemeje en color a la yema. Para este caso se inició con las paletas a partir del número 1 siguiendo en forma ascendente.
- **Altura de yema:** Se ubicaba la varilla de profundidad del micrómetro en el centro de la yema para obtener la altura de la misma. Después de obtener esta medida se desechaba la yema, se limpiaba y taraba la plataforma y el proceso volvía a llevarse a cabo nuevamente con otro huevo.

Para el cálculo de los indicadores de calidad del huevo se utilizaron las fórmulas obtenidas por Romanoff y Romanoff (1949), Singh (1995), Paganelli *et al.* (1974), Kul y Seker (2004), Alkan *et al.* (2013) y Debnath y Ghosh (2015).

- **Índice de forma del huevo:** Se calculó empleando la fórmula siguiente:

$$\text{Índice de forma (\%)} = \frac{\text{Ancho de huevo (mm)} \times 100}{\text{Largo de huevo (mm)}}$$

- **Área superficial del huevo:** Fue calculada empleando la siguiente fórmula, donde ASH: Área superficial del huevo (cm²) y W: Peso de huevo (g).

$$\text{ASH} = 3.9782 \times W^{0.75056}$$

- Unidad Haugh: Fue estimada empleando la siguiente fórmula, donde uH : Unidades Haugh, H: Altura de albumen (mm) y W: peso de huevo (g). Las Unidades Haugh fueron introducidas por Raymond Haugh en 1973.

$$UH = 100 \times \log (H - 1.7 W^{0.37} + 7.6)$$

- Índice de Yema: Se calculó utilizando la siguiente fórmula, donde HY: Altura de yema (mm), LY: Largo de yema (mm) y AY: Ancho de yema (mm).

$$\text{Índice de yema (\%)} = \frac{HY \text{ (mm)}}{[LY \text{ (mm)} + AY \text{ (mm)}]/2} \times 100$$

3.6. VALIDACIÓN DE ECUACIONES

Se analizaron ocho ecuaciones (Cuadro 4) validadas previamente por Inca (2016) en gallinas de última fase de producción (75-87 semanas de edad). En el presente ensayo de investigación se trabajó con gallinas en la segunda fase de producción (38-48 semanas de edad).

Las ecuaciones validadas para medir calidad de huevo en gallinas en la última fase de producción por Inca (2016) deberían poder predecir de igual manera la calidad de huevo en gallinas que se encuentren en la segunda fase de producción. Los datos observados fueron comparados con los datos predichos por las ecuaciones a evaluar, una correlación casi perfecta entre los datos (correlación con proximidad a 1) indica una relación lineal entre las variables X e Y, pudiendo ser esta relación negativa o positiva.

Los valores estimados de las características de calidad de huevo por las ecuaciones, se compararon con los valores observados de las características de calidad de huevo del presente estudio, para así obtener los respectivos residuales de cada unidad experimental, con los residuales se obtendrán los errores medios para cada ecuación. Con los errores medios se calculará el error de predicción con las medidas de exactitud como: Desviación absoluta media (DAM), Error cuadrático medio (ECM), Porcentaje del error medio absoluto (PEMA) y Raíz cuadrada del error cuadrático medio (RECM).

Cuadro 4: Ecuaciones usadas para determinar calidad de huevo.

N°	Ecuación	Año	Y	X	P	R ²	Autor
1	$Y = 2.15 + 0.06PH$	2008	PC	PH	<0.05	0.0390	Yakubo <i>et al.</i>
2	$Y = 6.254 + 1.387PH$	2008	ASH	PH	<0.01	0.9940	Alkan <i>et al.</i>
3	$Y = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$	2008	IFH	DH; LH	-	0.9880	Alkan <i>et al.</i>
4	$Y = 0.06PH^{1.54}$	2008	PA	PH	<0.05	0.4382	Yakubo <i>et al.</i>
5	$Y = 0.354 + 1.156PH$	2009	DA	PH	<0.01	0.3880	Alkan <i>et al.</i>
6	$Y = 0.013 + 1.160PH$	2009	DA	PH	<0.01	0.1620	Alkan <i>et al.</i>
7	$Y = 3.358 + 0.214PH$	2015	PY	PH	<0.05	0.2025	Onunkwo and Okoro
8	$Y = 2.908 + 0.261DH$	2008	AY	DH	-	0.4650	Alkan <i>et al.</i>

Inca 2016.

PH: Peso de huevo; DH: diámetro de huevo; LH: longitud de huevo; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; PC: peso de cáscara; PA: peso de albumen; DA: diámetro de albumen; PY: peso de yema; AY: altura de yema.

El DAM, ECM y PEMA se utilizaron con la finalidad de evaluar los modelos teniendo en cuenta del error de predicción de los valores estimados a los valores observados y así validar la exactitud de la predicción de los modelos. Las medidas de exactitud presentaban las siguientes fórmulas:

$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |E_i|}{n}$$

Donde:

DAM : Desviación absoluta media,

Y_i : Valores de las características de calidad de huevo observado,

\hat{Y}_i : Valores de las características de calidad de huevo estimado,

$Y_i - \hat{Y}_i$: Sumatoria de los cuadrados de los residuales,

n : Número de observaciones.

$$PEMA = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \left| \frac{E_i}{Y_i} \right|}{n}$$

Donde:

PEMA : Porcentaje del error medio absoluto,

Y_i : Valores de las características de calidad de huevo observado,

\hat{Y}_i : Valores de las características de calidad de huevo estimado,

$Y_i - \hat{Y}_i$: Sumatoria de los cuadrados de los residuales,

n : Número de observaciones.

$$ECM = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i^2}{n}$$

Donde:

ECM : Error cuadrático medio,

Y_i : Valores de las características de calidad de huevo observado,

\hat{Y}_i : Valores de las características de calidad de huevo estimado,

$Y_i - \hat{Y}_i$: Sumatoria de los cuadrados de los residuales,

n : Número de observaciones.

$$RECM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n E_i^2}{n}}$$

Donde:

RECM : Raíz cuadrada del error cuadrático medio,

Y_i : Valores de las características de calidad de huevo observado,

\hat{Y}_i : Valores de las características de calidad de huevo estimado,

$(Y_i - \hat{Y}_i)^2$: Sumatoria de los cuadrados de los residuales,

n : Número de observaciones.

La raíz del error cuadrático medio (RECM) fue utilizada para calcular el Error del modelo tal como lo reportan Salvador y Guevara (2013), para el error del modelo se fijó un nivel de 12% como límite máximo para validar la exactitud de las ecuaciones propuestas para todas las características de calidad de huevo, donde el error del modelo se calculó expresando el error de predicción como porcentaje del promedio observado; de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$ERROR (\%) = \frac{RECM}{\hat{y}} \times 100$$

Donde:

RECM : Raíz cuadrada del error cuadrático medio,

\hat{y} : Valor promedio de las características de calidad de huevo.

3.7. DESARROLLO DE ECUACIONES DE PREDICCIÓN

Se desarrolló ecuaciones de predicción para aquellas variables que no pudieron ser validadas. Se utilizó el modelo de regresión lineal, para lo cual se trabajó con los datos recolectados observados durante la parte experimental. Para esto se siguió una serie de pasos, detallados a continuación:

1. Organizar la data: emparejando las variables X e Y.
2. Ploteo de datos: el plot de dispersión da una impresión visual de variación.
3. Formular un modelo: escoger un modelo apropiado, descriptivo, significativo, consistente con los objetivos, y que los supuestos sean consistentes con la data.
4. Estimar parámetros β_i : S: se debe estimar los mínimos cuadrados del modelo.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

Las fórmulas utilizadas para este paso son las siguientes:

$$\beta_1 = b = S_{xy}/S_{xx} \quad ; \quad \beta_0 = a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

$$S_{xx} = \sum X^2 - (\sum X)^2/n \quad ; \quad S_{xy} = \sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n$$

$$\bar{x} = \sum X_i/n \quad ; \quad \bar{y} = \sum Y_i/n$$

5. Presentar la ecuación
6. Realizar prueba de supuestos: para aceptar el modelo se deben cumplir una serie de supuestos con respecto a la ecuación, entre los más destacados tenemos:

- a. Normalidad de la ecuación: normal aquí significa perpendicular u ortogonal, se debe obtener cuando las derivadas para cada uno de los parámetros (β_0 y β_1) son igualadas a cero. Para esto se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\Sigma Y_i - n\beta_0 - \beta_1 \Sigma X_i = 0 \quad ; \quad \Sigma X_i Y_i - \beta_0 \Sigma X_i - \beta_1 \Sigma X_i^2 = 0$$

- b. Anova y coeficiente de determinación (R^2): el análisis Anova nos permitirá determinar la confianza (p-valor) del modelo a un nivel de alfa especificado previamente, mientras que el R^2 nos indicara la exactitud que tiene el modelo para predecir.
- c. Prueba de F-ratio: este supuesto nos permite evaluar la pendiente de la ecuación. Para realizar esta prueba se requiere usar los datos generados en el análisis de Anova, para ello nos enfocamos en los cuadrados medios esperados (EMS). Se interpreta $H_0: f = 1$ y $H_a: f > 1$. Se determina mediante la siguiente formula:

$$f = \text{EMS reg} / \text{EMS error}$$

- d. Prueba de hipótesis o prueba de la pendiente β : aceptar la hipótesis nula H_0 indica que no existe suficiente evidencia para mostrar que la pendiente sea positiva. Se interpreta $H_0: \beta = 0$ y $H_a: \beta > 0$. Se debe establecer un nivel alfa y calcular mediante el siguiente test:

$$t = \frac{b - \beta_H}{S / \sqrt{S_{XX}}}$$

Se rechaza la H_0 cuando $t > t_{\alpha, n-2}$. Otro factor a considerar es que la prueba f debe ser igual a la prueba t elevada al cuadrado.

$$f = t^2$$

- e. Lack of fit o error por falta de ajuste: nos indica si el modelo usado es el adecuado para realizar predicciones. Si el p-valor del Lack of fit es menor a un nivel de alfa definido, esto nos indica que el modelo usado no es el adecuado.

3.8. MODELO ESTADÍSTICO

El efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad interna y externa del huevo fue evaluado con un diseño DCA. La normalidad de los datos fue analizada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Aquellos datos con normalidad fueron analizados con estadística paramétrica, siguiendo la prueba de ANOVA con una significancia de 0.05 y la comparación de medias con la prueba de Tukey. Aquellos datos que no presentaron normalidad fueron analizados con estadística no paramétrica, mediante la prueba de Kruskal-Wallis a una significancia de 0.05, y la comparación de medias mediante el método de Mann-Whitney. Todos los datos fueron analizados con el programa estadístico Minitab.

El modelo lineal del diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t \quad j = 1, 2, \dots, r$$

Donde:

Y_{ij} : es la observación j-ésima unidad experimental del i-ésimo tratamiento (nivel i-ésimo del factor).

μ : es la media del i-ésimo tratamiento.

e_{ij} : es el error experimental de la unidad ij .

Suponemos que hay t tratamientos y r repeticiones en cada uno.

Las ecuaciones recopiladas y las diseñadas presentan los modelos de Regresión lineal simple, Regresión lineal múltiple y Regresión cuadrática cada una de las cuales tienen un coeficiente de determinación (R^2) y su respectivo nivel de significancia. Estos modelos de regresión presentan las siguientes ecuaciones:

$$\textit{Regresión lineal simple: } Y_i = a + b X_i$$

Donde:

Y_i : Variable Dependiente o Respuesta en la i-ésima observación,

a : Valor de la variable Y cuando la variable $X = 0$,

b : Pendiente de la recta de regresión,

X_i : Variable Independiente o Explicativa en la i ésima observación.

$$\textbf{Regresión lineal múltiple: } Y_i = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_kX_k$$

Donde:

Y_i : Variable Dependiente o Respuesta en la i ésima observación,

b_0 : Valor de la variable Y cuando la variable $X = 0$,

b_1, b_k : Coeficientes de las variables explicativas,

X_1, X_k : Variables Independientes o Explicativas en la i ésima observación.

$$\textbf{Regresión cuadrática: } Y_i = a + bX_i + cX_i^2$$

Donde:

Y_i : Variable Dependiente o Respuesta en la i ésima observación,

a, b y c : Coeficientes de las variables explicativas,

X_i : Variables Independientes o Explicativas en la i ésima observación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HUEVO

Los resultados muestran que las características externas del huevo tales como el peso del huevo, peso de cáscara y grosor de la cáscara se ven afectados significativamente ($p < 0.05$) por el tiempo de almacenamiento (Cuadro 5). Samli *et al.* (2005) mencionan que los factores ambientales tales como la temperatura, humedad, presencia de CO₂, y el tiempo de almacenamiento son de importancia primordial en términos de mantener la calidad del huevo. Estos resultados coinciden con los presentados por Tayeb (2012), Akyurek y Agha (2009) y Jin *et al.* (2011) quienes indican que los pesos del huevo y de la cáscara disminuyen significativamente cuando aumenta el tiempo de almacenamiento y temperatura. Las pérdidas de peso del huevo podrían deberse a la pérdida de dióxido de carbono, amoníaco, nitrógeno, gas sulfuro de hidrógeno y agua de los huevos (Dudusola 2009; Alsobayel y Albadry 2011; Jin *et al.* 2011). Walsh *et al.* 1995 reportaron que el peso del huevo decrece ($p < 0.01$) entre 0.36 y 0.57g, respectivamente con 7 y 14 días de almacenamiento.

Así mismo; Akyurek y Agha (2009), Grashorn *et al.* (2016) y Samli *et al.* (2005) mencionan que tanto la edad de la gallina como el tiempo de almacenamiento afectan significativamente el grosor de cáscara del huevo. Variables como longitud y diámetro del huevo no se vieron afectados significativamente ($p > 0.05$) por el tiempo de almacenamiento. Abanikannda *et al.* (2007) mencionan que hay una correlación positiva ($p < 0.01$) entre el peso del huevo y las características como longitud y diámetro del huevo.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para diámetro de albumen, peso de albumen, altura de albumen, altura de yema y diámetro de yema (Cuadro 5) en huevos sometidos a diferentes tiempos de almacenamiento. Estos resultados coinciden con los reportados por Tayeb (2012), Jones y Musgrove (2005), Jin *et al.* (2011); y Samli *et al.* (2005), los cuales indican que el tiempo de almacenamiento afecta la calidad interna del

huevo negativamente. Scott y Silversides (2000) reportaron una disminución significativa de 9.16-4.75 mm en la altura del albumen ($p < 0.05$) en huevos almacenados por 10 días. En el presente estudio la variable peso de yema no fue afectada significativamente ($p > 0.05$) por el tiempo de almacenamiento, estos resultados no coinciden con los reportados por Jones y Musgrove (2005), Jin *et al.* (2011) y Samli *et al.* (2005), quienes reportaron un menor peso de yema a mayor tiempo de almacenamiento, sin embargo, sí coinciden con lo reportado por Akyurek y Agma (2009) y Ahn *et al.* (1999).

Cuadro 5: Efecto del tiempo de almacenamiento (días) sobre las características del huevo.

Variable	T1 1 d	T2 7 d	T3 14 d	<i>p-val</i>
Peso Huevo, g	63.963 ^a	62.441 ^b	61.675 ^b	<0.001
Longitud huevo, mm	57.283	57.360	57.087	0.412
Diámetro huevo, mm	44.239	43.986	44.027	0.072
Diámetro albumen, mm	71.850 ^c	87.290 ^b	96.440 ^a	<0.001
Peso albumen, g	41.071 ^a	39.644 ^b	38.597 ^c	<0.001
Altura albumen, mm	7.570 ^a	4.930 ^b	3.870 ^c	<0.001
Altura yema, mm	15.320 ^a	15.160 ^b	14.750 ^c	<0.001
Diámetro yema, mm	41.080 ^c	41.700 ^b	42.370 ^a	<0.001
Peso yema, g	16.790	16.820	16.800	0.600
Peso cáscara, g	6.260 ^a	6.075 ^b	5.960 ^b	0.008
Grosor cáscara, mm	0.453 ^b	0.462 ^a	0.453 ^b	0.027
ASH, cm ²	90.103 ^a	88.527 ^b	87.705 ^b	<0.001
IFH, %	77.230	76.750	77.250	0.060
Unidades Haugh	86.318 ^a	67.375 ^b	56.219 ^c	<0.001
Índice de yema	0.378 ^a	0.364 ^b	0.346 ^c	<0.001
Color de yema	11.000	11.000	11.000	0.193

^{a,b,c} Superíndices diferentes dentro de filas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

El color de la yema no se vio afectado ($p > 0.05$) por el tiempo de almacenamiento (Cuadro 5). Este resultado coincide con lo reportado por Alsobayel y Albadry (2011). Sin embargo, María Elena *et al.* (2006) informaron que durante el tiempo de almacenamiento, el color no disminuyó a 4 °C, mientras que a 20 °C hubo una reducción promedio de 9.91 a 8.33 a los

30 días de almacenamiento, esto podría atribuirse a la dilución de la yema de huevo. Jones (2006) afirmó que a medida que aumenta la temperatura interna de un huevo, las estructuras proteicas de la albúmina densa y la membrana vitelina se descomponen más rápidamente. Se esperan estos efectos del almacenamiento (Ahn *et al.* 1999) ya que algunos ingredientes de la albúmina pasan a través de la membrana de la yema y se pierden a través de la cáscara. Esto puede explicar en parte porque el almacenamiento y el tiempo pueden causar efectos negativos en el color de la yema. Así mismo Jin *et al.* (2011) reportaron que el tiempo del almacenamiento afecta significativamente ($p < 0.05$) al color de la yema afirmando que a medida que la membrana se degenera durante el almacenamiento, el agua ingresa a la yema causando la dilución del pigmento, y después de un tiempo de almacenamiento prolongado, las proteínas de la albúmina pueden ingresar a la yema disminuyendo el color de la yema.

Los indicadores de calidad área superficial del huevo (ASH), Unidades Haugh e Índice de yema fueron afectadas significativamente ($p < 0.05$) por el tiempo de almacenamiento (Cuadro 5). Las Unidades Haugh son afectadas negativamente por el tiempo de almacenamiento, resultados similares fueron reportados por Jin *et al.* (2011), Tayeb (2012), Akyurek y Agma (2009) y Jones y Musgrove (2005). Las UH como criterio para la calidad y frescura internas del huevo están determinadas por la estabilidad de las cadenas de proteínas de la albúmina (Acker y Ternes 1994). Durante el almacenamiento, el CO_2 pasa a través de los poros de la cáscara de huevo, el pH de la albúmina aumenta, la capacidad de formación compleja de la ovomucina y la lisozima se deteriora y la viscosidad y las Unidades de Haugh disminuyen.

El índice de yema se vio afectado negativamente ($p < 0.05$) por el tiempo de almacenamiento (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con los reportados por Tayeb (2012), Akyurek y Agma (2009) y Samli *et al.* (2005) quienes reportan que a mayor tiempo de almacenamiento el índice de yema decrece. Samli *et al.* (2005) reportaron que el almacenamiento a temperaturas mayores de 5°C puede causar una deterioración considerable en el índice de yema. A 21°C el índice de yema decrece de 44.1 a 39.0 y a 29°C a 32.7 durante 10 días de almacenamiento.

El área superficial del huevo (ASH) se vio afectado negativamente ($p < 0.05$) por el tiempo de almacenamiento. Estos resultados no coinciden con los reportado por Alsobayel y Albadry (2011) quienes mencionan que el tiempo de almacenamiento no influye ($p > 0.05$)

sobre el ASH pero que esta variable si se ve afectada ($p < 0.01$) por la línea genética. El índice de forma del huevo (IFH) no se vio afectado ($p > 0.05$) por el tiempo de almacenamiento. Estos resultados coinciden con los reportado por Alsobayel y Albadry (2011) y Akyurek y Agma (2009) quienes mencionan que el tiempo de almacenamiento no influye ($p > 0.05$) sobre el IFH.

4.2. VALIDACIÓN DE ECUACIONES

Los datos obtenidos de las observaciones en los tres periodos de almacenamiento fueron agrupados para ser comparados con las ecuaciones validadas por Inca (2016). El porcentaje de error aceptado para la validación de las ecuaciones es menor a 12% (Inca 2016), los porcentajes de error obtenidos (Cuadro 6) fueron 9.73, 8.36, 23.25, 23.32, 12.53, 13.02, 5.32 y 3.32 para las ecuaciones de predicción de altura de yema, peso de yema, diámetro de albumen, diámetro de albumen, peso de albumen, peso de cáscara, ASH e IFH, respectivamente.

Cuadro 6: Ecuaciones evaluadas en el presente ensayo

Variables	Ecuación	n	DAM	PEMA	ECM	RECM	ERROR*
Altura de yema, mm	$AY = 2.908 + 0.261DH$	567	1.15	7.71	2.15	1.47	9.73
Peso de yema, g	$PY = 3.358 + 0.214PH$	608	1.07	6.37	1.99	1.41	8.36
Diámetro de albumen, mm	$DA = 0.354 + 1.156PH$	665	14.97	16.09	388.31	19.71	23.25
Diámetro de albumen, mm	$DA = 0.013 + 1.160PH$	665	15.02	16.14	390.63	19.76	23.32
Peso de albumen, g	$PA = 0.06PH^{1.54}$	608	4.71	11.96	25.00	5.00	12.53
Peso de cáscara, g	$PC = 2.15 + 0.06PH$	668	0.62	11.60	0.59	0.77	13.02
ASH, cm^2	$ASH = 6.254 + 1.387PH$	669	4.45	4.92	22.31	4.72	5.32
IFH, %	$IFH = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$	669	2.01	2.65	6.55	2.56	3.32

*Error, >12% no aceptable para validar la ecuación.

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AY: altura de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; DAM: desviación absoluta media; PEMA: porcentaje del error medio absoluto; ECM: error cuadrático medio; RECM: raíz cuadrada del error cuadrático medio.

Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por Inca (2016) quien validó todas las ecuaciones presentadas con un porcentaje menor a 12 en gallinas en la última fase de producción. Se evaluó de igual manera el porcentaje de error de validación para las ecuaciones utilizando los datos de almacenamiento por separado (Cuadro 7). Se puede observar que independientemente del análisis con los datos agrupados o separados por tiempo de almacenamiento se mantiene la tendencia de un error mayor a 12% para las variables diámetro de albumen, peso de albumen y peso de cáscara. Los valores de DAM, PEMA %, ECM y RECM son presentados en los anexos VI, VII y VIII. Se puede observar que la variable diámetro de albumen tiende a disminuir el porcentaje de error de validación de las ecuaciones cuando se trabaja con huevos frescos.

Cuadro 7: Comparación del porcentaje de error de validación con diferentes tiempos de almacenamiento

Variables	Ecuación	Error %*			
		Día 1	Día 7	Día 14	Datos agrupados ¹
Altura de yema, mm	$AY = 2.908 + 0.261DH$	10.61	9.31	8.77	9.73
Peso de yema, g	$PY = 3.358 + 0.214PH$	8.71	8.20	8.08	8.36
Diámetro de albumen, mm	$DA = 0.354 + 1.156PH$	13.02	22.20	29.08	23.25
Diámetro de albumen, mm	$DA = 0.013 + 1.160PH$	13.01	22.28	29.16	23.32
Peso de albumen, g	$PA = 0.06PH^{1.54}$	12.56	12.52	12.49	12.53
Peso de cáscara, g	$PC = 2.15 + 0.06PH$	12.56	13.40	13.11	13.02
ASH, cm ²	$ASH = 6.254 + 1.387PH$	5.67	5.17	4.99	5.32
IFH, %	$IFH = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$	3.22	3.57	3.11	3.32

*Error >12% no aceptable para validar la ecuación.

¹Promedio de datos correspondientes a los días 1, 7 y 14.

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AY: altura de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo.

Los resultados presentados en el Cuadro 7 indican que trabajar con datos agrupados no genera un porcentaje de error elevado al momento de evaluar la validación de ecuaciones de predicción, con respecto a realizar el análisis con datos independientes; una ecuación de predicción que pueda predecir bajo diversos escenarios puede considerarse más exacta y confiable. Wu *et al.* (1995) afirman que el poder del error de predicción porcentual como inferencia estadística se puede aumentar o disminuir en comparación con otros métodos

estadísticos estándar por varios factores. Por lo tanto, puede aparecer un sesgo cuando se utiliza el error de predicción porcentual como inferencia estadística.

4.3. CORRELACIÓN FENOTÍPICA DE VARIABLES

Los coeficientes de correlación fenotípica de los rasgos de calidad externa e interna del huevo (datos agrupados) son presentados en la Cuadro 8. Los valores de correlación fenotípica relacionados con los rasgos de calidad internos y externos de los huevos se determinaron mediante el análisis de correlación de Pearson (Snedecor y Cochran 1980).

4.3.1. Correlación de las características externas del huevo

Los resultados de las correlaciones entre las variables de características externas con las variables de característica internas e indicadores de calidad muestran una correlación positiva y significativa ($p < 0.05$) entre el peso del huevo y la longitud de huevo ($r = 0.69$), diámetro de huevo ($r = 0.86$), peso de albumen ($r = 0.91$), peso de yema ($r = 0.61$), peso de cáscara ($r = 0.55$) y ASH ($r = 1.00$). Estos resultados concuerdan con los reportados por Yakubu *et al.* (2008), Nowaczewski *et al.* (2008), Azim y Farahat (2009), Fajemilehin *et al.* (2009), Emamgholi *et al.* (2010), Ojedapo (2013), Bernacki *et al.* (2013), Alkan *et al.* (2013), Mube *et al.* (2014), Shafey *et al.* (2015) e Inca (2016), quienes reportaron correlación positiva entre las variables mencionadas; esto datos indican que cuanto más pesado sea un huevo el contenido interno también aumentara su peso y de igual manera la longitud y diámetro serán mayores, por lo tanto se incrementa el ASH. El peso de cáscara con ASH ($r = 0.55$) se correlacionaron positiva y significativamente ($p > 0.05$). Resultados similares fueron reportados por Bernacki *et al.* (2013) e Inca (2016) quienes indican que un aumento en el peso de la cáscara se corresponde con un aumento del ASH. De igual manera se observó correlación positiva y significativa ($p < 0.05$) entre la longitud del huevo con el peso de albumen ($r = 0.61$) y ASH ($r = 0.69$). Estos resultados son avalados por Olawumi y Ogunlade (2008), quienes reportan correlación positiva media ($r = 0.64$) entre largo de huevo y peso de albumen. Inca (2016), señala que un mayor largo de huevo incrementa el área superficial de cáscara.

Cuadro 8: Matrix de correlación de las características internas y externas de calidad del huevo.

PH	LH	DH	DA	PA	AA	AY	DY	PY	PC	GC	ASH	IFH	UH	IY
PH	0.69*	0.86*	0.07	0.91*	0.17*	0.30*	0.24*	0.61*	0.55*	0.19*	1.00*	-0.02	0.04	0.13*
LH		0.44*	0.11*	0.61*	0.04	0.20*	0.26*	0.49*	0.27*	0.04	0.69*	-0.69*	-0.04	0.02
DH			0.10*	0.80*	0.11*	0.27*	0.24*	0.54*	0.39*	0.09*	0.86*	0.33*	0.00	0.11*
DA				0.001	-0.56*	0.02	0.20*	0.10*	0.05	0.06	0.07	-0.03	-0.59*	-0.11*
PA					0.24*	0.23*	0.08*	0.28*	0.36*	0.06	0.91*	0.02	0.13*	0.15*
AA						0.25*	-0.02	-0.002	0.007	-0.09*	0.17*	0.04	0.96*	0.26*
AY							0.17*	0.31*	0.18*	0.08	0.30*	0.01	0.21*	0.83*
DY								0.46*	0.08*	-0.04	0.24*	-0.08	-0.06	-0.39*
PY									0.25*	0.03	0.61*	-0.08	-0.06	-0.002
PC										0.70*	0.55*	0.03	-0.06	0.12*
GC											0.19*	0.04	-0.10*	0.02*
ASH												-0.02	0.04	0.13*
IFH													0.04	0.06
UH														0.24*
IY														

* Valor de $p < 0.05$

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema.

El diámetro del huevo se correlacionó positiva y significativamente ($p < 0.05$) con el peso de albumen ($r = 0.80$), peso de yema ($r = 0.54$) y ASH ($r = 0.86$). Estos resultados coinciden con los encontrados por Olawumi y Ogunlade (2008), quienes reportaron correlaciones positivas entre diámetro de huevo con peso de albumen y peso de yema. Sezer (2007), Alkan *et al.* (2013) e Inca (2016) indican que el diámetro del huevo está estrechamente relacionado con el ASH.

Se observó correlación negativa y significativa ($p < 0.05$) entre una variable de característica externa con un indicador de calidad. La longitud de huevo se correlacionó inversamente con el IFH ($r = -0.69$). Este resultado coincide con lo reportado por Inca (2016), quien indica que cuando el largo de huevo incrementa, el índice de forma disminuirá considerablemente.

La variable grosor de cáscara con Unidades Haugh ($r = -0.10$) presentaron una correlación negativa y significativa ($p < 0.05$). Estos resultados coinciden con los reportados por Onunkwo and Okoro (2015), quienes reportaron correlaciones negativas y significativas entre el grosor de cáscara y las UH en tres variedades de gallinas de guinea (gallinetas), con valores de -0.476 , -0.083 y -0.094 para las variedades Black, Lavender y Pearl respectivamente.

Las correlaciones positivas y negativas que no presentaron significancia ($p > 0.05$) fueron las siguientes: peso de huevo y diámetro de albumen ($r = 0.07$), peso de huevo e IFH ($r = -0.02$), peso de huevo y Unidades Haugh ($r = 0.04$), longitud de huevo y altura de albumen ($r = 0.04$), longitud de huevo y grosor de cáscara ($r = 0.04$), longitud de huevo y Unidades Haugh ($r = -0.04$), longitud de huevo e índice de yema ($r = 0.02$), diámetro de huevo y Unidades Haugh ($r = 0.00$), peso de cáscara e IFH ($r = 0.03$), peso de cáscara y Unidades Haugh ($r = -0.06$), grosor de cáscara e IFH ($r = 0.04$), ASH e IFH ($r = -0.02$), ASH y Unidades Haugh ($r = 0.04$), IFH y Unidades Haugh ($r = 0.04$), e IFH con índice de yema ($r = 0.06$).

4.3.2. Correlación de las características internas del huevo

Las variables de características internas que se correlacionaron positivamente y significativamente ($p < 0.05$) entre sí y con algunos indicadores de calidad fueron: peso de albumen y ASH ($r = 0.91$) y peso de yema con ASH ($r = 0.61$), estos resultados indican que un mayor peso de albumen y yema están relacionados a una mayor ASH debido al

incremento de tamaño del huevo para poder contener un mayor volumen de albumen y yema.

Las variables que también se correlacionaron positivamente y significativamente ($p < 0.05$) fueron: altura de albumen y Unidades Haugh ($r = 0.96$), y altura de yema e índice de yema ($r = 0.83$). Estos resultados coinciden con los reportados por Kul y Seker (2004), Sarica *et al.* (2012), Mube *et al.* (2014) e Inca (2016) quienes indican que la altura de albumen es parte de las ecuaciones para la determinación de las Unidades Haugh. Así mismo, Inca (2016) menciona que un incremento en la altura de yema se corresponde con un aumento moderado en el índice de yema.

Se observó correlación negativa y significativa ($p < 0.05$) entre las variables de características internas e indicadores de calidad: diámetro de albumen y altura de albumen ($r = -0.56$), diámetro de albumen y Unidades Haugh ($r = -0.04$). Estos resultados son respaldados por el trabajo realizado por Inca (2016), donde menciona que un incremento en las dimensiones del albumen tendrá una respuesta detrimental en las características de altura de albumen y Unidades Haugh. Gerber (2006), citado por Inca (2016) menciona que las diferencias reportadas en ensayos previos donde no se encontró correlaciones negativas (Udoh *et al.* 2012) se deben a que las gallinas jóvenes tienen características de calidad de huevo más uniformes que en edades adultas donde se pueden apreciar mayores desigualdades entre las características internas.

De igual manera se presentó correlación negativa y significativa ($p < 0.05$) entre la altura de albumen y grosor de cáscara ($r = -0.09$), y diámetro de yema con índice de yema ($r = -0.39$). Inca (2016) reportó datos similares entre la correlación altura de albumen con grosor de cáscara ($r = -0.15$). El resultado de la correlación entre el diámetro de yema e índice de yema indica que a mayor diámetro de yema el índice de yema disminuye, esto debido a que el DY forma parte de la ecuación para calcular IY y que su integridad se ve afectada por el tiempo de almacenamiento, así la membrana de la yema podría hacerse más permeable, la cual aumenta progresivamente de tamaño (diámetro) a medida que el agua pasa de la albúmina a la yema (Samli *et al.* 2005; King'ori 2012).

Entre las correlaciones positivas y negativas que no presentaron significancia ($p > 0.05$) fueron las siguientes: diámetro de albumen y peso de albumen ($r = 0.001$), diámetro de albumen y altura de yema ($r = 0.02$), diámetro de albumen y peso de cáscara ($r = 0.05$),

diámetro de albumen y grosor de cáscara ($r = 0.06$), diámetro de albumen y ASH (0.07), diámetro de albumen e IFH ($r = -0.03$), peso de albumen y grosor de cáscara ($r = 0.06$), peso de albumen e IFH ($r = 0.02$), altura de albumen y diámetro de yema ($r = -0.02$), altura de albumen y peso de yema ($r = -0.002$), altura de albumen y peso de cáscara ($r = 0.007$), altura de albumen e IFH ($r = 0.04$), altura de yema y grosor de cáscara ($r = 0.08$), altura de yema e IFH ($r = 0.01$), diámetro de yema y grosor de cáscara ($r = -0.04$), diámetro de yema e IFH ($r = -0.08$), diámetro de yema y Unidades Haugh ($r = -0.06$), peso de yema y grosor de cáscara ($r = 0.03$), peso de yema e IFH ($r = -0.08$), peso de yema y Unidades Haugh ($r = -0.06$), peso de yema e índice de yema ($r = -0.002$).

4.4. DESARROLLO DE ECUACIONES DE PREDICCIÓN

Se desarrollaron seis ecuaciones de predicción, correspondientes a las variables diámetro de albumen, altura de albumen, peso de albumen, peso de cáscara y grosor de cáscara.

Se desarrollaron dos ecuaciones para predecir el diámetro de albumen (DA), ecuaciones que tienen como variable independiente la longitud del huevo (LH). Tomando como base los resultados del análisis presentado en el Cuadro 7 se desarrollaron ecuaciones con los datos agrupados y con los datos del T1 (huevos frescos). Para los datos agrupados se desarrolló la ecuación $DA = 39.136 + 0.797LH$, mientras que para los datos del T1 se desarrolló la ecuación $DA = 35.509 + 0.650LH$ y se trabajó con 665 y 238 datos respectivamente. La regresión para ambas ecuaciones obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual indica que se puede rechazar la hipótesis nula; es decir que es probable que el predictor sea una adición significativa al modelo porque los cambios en el valor del predictor se relacionan con cambios en la variable respuesta. Los supuestos evaluados, como las pruebas de t y el ratio f obtenidos indican que la hipótesis nula debe ser rechazada (Cuadro 9), el valor del test t (2.94 y 2.53 respectivamente) es mayor al valor de t student (1.64), de igual manera el valor del f-ratio (8.62 y 6.43 respectivamente) es mayor a 1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. El supuesto de lack of fit para los datos agrupados obtuvo un $p\text{-val} > 0.05$ y nos indica que el modelo usado es el adecuado, mientras que para la ecuación desarrollada con los datos del T1 se obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual nos indica que el modelo usado no es el adecuado. El R^2 obtenido es 1.13 y 2.24 respectivamente, lo cual indica que la exactitud de predicción del modelo aparentemente es baja. Alkan *et al.* (2008) reportó un R^2 de 25.30% para un modelo desarrollado usando como predictores el diámetro y la longitud del huevo.

Cuadro 9: Prueba de supuestos, p-val y R² de las ecuaciones desarrolladas.

Variable	Diámetro Albumen ¹	Diámetro Albumen ²	Altura albumen	Peso albumen	Peso cáscara	Grosor cáscara
Ecuación	39.136+ 0.797LH	35.509+ 0.650LH	12.017- 0.076DH	-2.918+ 0.683PH	-0.315+ 0.099PH	0.215+ 0.039PC
p-val	0.003	0.012	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
R ²	1.13	2.24	31.44	83.34	30.05	56.93
t	2.94	2.53	17.44	55.15	16.96	29.66
t student	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
f	8.62	6.43	304.11	3041.83	287.70	879.98
t ² = f	8.62	6.43	304.11	3041.83	287.70	879.98
Lack of fit	0.846	<0.001	0.021	0.329	0.306	0.013
Normalidad β ₀	0	0	0	0	0	0
Normalidad β ₁	0	0	0	0	0	0

¹Ecuación desarrollada con datos agrupados de todos los tratamientos.

²Ecuación desarrollada con datos del tratamiento 1 (día 1 de almacenamiento – huevos frescos).

LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; PH: peso de huevo; PC: peso de cáscara.

La ecuación para predecir la altura de albumen (AA) fue desarrollada teniendo como variable independiente el diámetro del huevo (DH). Se desarrolló la ecuación $AA = 12.017 - 0.076DH$, y se trabajó con 662 datos recolectados. La regresión obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual indica que se puede rechazar la hipótesis nula. Los supuestos evaluados, como las pruebas de t y el ratio f obtenidos indican que la hipótesis nula debe ser rechazada (Cuadro 9), el valor del test t (17.44) es mayor al valor de t student (1.64); se observa también que el valor del f-ratio (304.11) es mayor a 1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. El supuesto de lack of fit con un $p\text{-val} < 0.05$ nos indica que el modelo usado no es el adecuado. El R² obtenido es 31.44 lo cual indica una exactitud media de predicción. Fajemilehin (2008) obtuvo resultados similares ($R^2 = 31.10$) cuando desarrolló ecuaciones de predicción teniendo como variable independiente el diámetro del huevo; al trabajar con otros predictores reportó un $R^2 = 65.38$ usando el peso del huevo, y $R^2 = 31.80$ con largo del huevo.

La ecuación desarrollada para predecir el peso de albumen (PA) usó como variable independiente el peso del huevo (PH). Se desarrolló la ecuación $PA = -2.918 + 0.683PH$, y se trabajó con 608 datos recolectados. La regresión obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual indica que se puede rechazar la hipótesis nula. Los supuestos evaluados, como las pruebas de t y el ratio f obtenidos indican que la hipótesis nula debe ser rechazada (Cuadro 9), el valor del test t

(55.15) es mayor al valor de t student (1.64); el valor del f-ratio (3041.83) es mayor a 1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual manera el supuesto de lack of fit con un $p\text{-val} > 0.05$ nos indica que el modelo usado es el adecuado. El R^2 obtenido es 83.34 lo cual indica una exactitud alta de predicción. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Yakubu *et al.* (2008), quienes desarrollaron dos ecuaciones de predicción usando la variable peso del huevo como predictor, reportando un R^2 más bajo (42.60 y 43.83 para el modelo lineal y cuadrático, respectivamente) al reportado en el presente trabajo. Por su parte Seker (2004) trabajó con ecuaciones de predicción lineal, cuadrática, logarítmica, modelo-S, logística y exponencial reportando valores de R^2 0.885, 0.889, 0.878, 0.876, 0.886 y 0.886, respectivamente, cuando el peso del huevo fue la variable independiente.

La ecuación desarrollada para predecir el peso de cáscara (PC) tiene como variable independiente el peso del huevo (PH). Se desarrolló la ecuación $PC = -0.315 + 0.099PH$, y se trabajó con 668 datos recolectados. La regresión obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual indica que se puede rechazar la hipótesis nula. Los supuestos evaluados, como las pruebas de t y el ratio f obtenidos indican que la hipótesis nula debe ser rechazada (Cuadro 9), el valor del test t (16.96) es mayor al valor de t student (1.64); el valor del f-ratio (287.70) es mayor a 1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. De igual manera el supuesto de lack of fit con un $p\text{-val} > 0.05$ nos indica que el modelo usado es el adecuado. El R^2 obtenido es 30.05 lo cual indica una exactitud media de predicción. Resultados parciales fueron reportados por Yakubu *et al.* (2008), quien desarrolló ecuaciones lineales simples, cuadráticas y multifactoriales con un R^2 de 3.90, 3.91 y 2.90 – 3.72 respectivamente; Fajemilehin (2008) reporta un R^2 de 8.8% cuando la variable independiente es el peso del huevo, 7.4% para largo de huevo, y 8.2% cuando se usa el diámetro de huevo como predictor. Alkan *et al.* (2008) reportaron un R^2 de 50.70 cuando usan el peso del huevo y el largo del huevo como variables predictoras.

Khurshid *et al.* (2003) reportaron una significativa y positiva asociación del peso de cáscara con el largo y el diámetro del huevo en codornices, y el coeficiente de regresión de 7.01%. Por su parte Nordstrom and Ousterhout (1982) mencionan que para hay mayor precisión al estimar el peso de cáscara cuando se considera la gravedad específica como variable independiente y el peso del huevo como una segunda variable independiente. El peso de la cáscara incrementa 0.055 g por cada 1 g que incrementa el peso del huevo (Nordstrom and Ousterhout 1982). De igual manera Seker (2004) trabajo con ecuaciones de predicción lineal, cuadrática, logarítmica, modelo-S, logística y exponencial reportando valores para R^2 de

0.368, 0.376, 0.358, 0.338, 0.361 y 0.361, respectivamente, cuando el peso del huevo es la variable independiente.

La ecuación desarrollada para predecir el grosor de cáscara (GC) usó como variable dependiente el peso de cáscara (PC). Se desarrolló la ecuación $GC = 0.215 + 0.039PC$, y se trabajó con 666 datos recolectados. La regresión obtuvo un $p\text{-val} < 0.05$ lo cual indica que se debe rechazar la hipótesis nula. Los supuestos evaluados, como las pruebas de t y el ratio f obtenidos también indican que la hipótesis nula debe ser rechazada (Cuadro 9), el valor del test t (29.66) es mayor al valor de t student (1.64), así mismo el valor del f-ratio (879.98) es mayor a 1 por lo que se rechaza la hipótesis nula. El supuesto de lack of fit con un $p\text{-val} < 0.05$ nos indica que el modelo usado no es el adecuado. El R^2 obtenido es 56.93 lo cual indica una exactitud media de predicción. Farooq *et al.* (2001a), GulNawaz (2002) and Khurshid *et al.* (2003), reportaron una asociación significativa entre grosor de la cáscara con el diámetro del huevo. Asimismo, Nordstrom and Ousterhout (1982) afirman que, al considerar la gravedad específica y el peso del huevo como variables independientes, el nivel de precisión del modelo aumentará. Por su parte Yakubu *et al.* (2008) desarrollaron ecuaciones lineales simples y multifactoriales con un R^2 de 41.20 y 44.16 respectivamente, considerando el peso del huevo como variable independiente.

Martínez (2006) e Inca (2016) mencionan que la utilización exclusiva del R^2 en la toma de decisiones acerca de la predicción de los modelos de regresión puede conducir a equivocaciones, debido a que en el análisis de regresión el objetivo no es obtener un valor elevado de R^2 , sino obtener estimadores precisos de los verdaderos coeficientes de regresión poblacional; un valor de R^2 elevado no es evidencia a favor del modelo y un valor pequeño no significa que el modelo sea malo. Seleccionar un modelo con base en un R^2 más elevado puede tener como consecuencia la introducción en el modelo de lo que se conoce como *sesgo preprueba*. Por lo tanto, para aceptar un modelo debemos considerar el R^2 , $p\text{-val}$ y análisis de los supuestos.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente ensayo se encontraron las siguientes conclusiones:

- Las características como peso del huevo, peso de albumen, peso de cáscara, diámetro de albumen y yema, altura de albumen y yema, grosor de cáscara, Unidades Haugh, índice de yema y ASH se ven afectadas significativamente por el tiempo de almacenamiento; disminuyendo en general la calidad del huevo a mayor tiempo de almacenamiento
- Se validaron las ecuaciones de predicción $AY = 2.908 + 0.261DH$; $PY = 3.358 + 0.214PH$; $ASH = 6.254 + 1.387PH$ e $IFH = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$ correspondientes a altura de yema, peso de yema, ASH e IFH, respectivamente. El porcentaje de error (<12%) para las variables mantuvo la misma tendencia al trabajar con datos clasificados por tiempo de almacenamiento o con datos agrupados, a excepción de la variable diámetro de albumen.
- Existe una alta correlación ($r > 0.80$) entre el peso de huevo con el diámetro del huevo, peso de albumen y ASH; el diámetro del huevo con el peso del albumen y ASH; peso de albumen y ASH; altura de albumen y Unidades Haugh; altura de yema e índice de yema.
- En el presente ensayo se desarrollaron seis ecuaciones de predicción ${}^1DA = 39.136 + 0.797LH$; ${}^2DA = 35.509 + 0.650LH$; $AA = 12.017 - 0.076DH$; $PA = -2.918 + 0.683PH$; $PC = -0.315 + 0.099PH$ y $GC = 0.215 + 0.039PC$ para las variables diámetro de albumen^{1, 2}, altura de albumen, peso de albumen, peso de cáscara y grosor de cáscara, respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

- Utilizar las ecuaciones de predicción $AY = 2.908 + 0.261DH$; $PY = 3.358 + 0.214PH$; $ASH = 6.254 + 1.387PH$ e $IFH = 0.79 + 0.0307DH - 0.02423LH$ para evaluar los parámetros de calidad: altura de yema, peso de yema, ASH e IFH, respectivamente
- Estudiar la calidad de huevos almacenados por un período mayor al evaluado en el presente ensayo, considerando trabajar con huevos almacenados hasta 21 días.
- Evitar considerar el R^2 como único supuesto que determina la exactitud de una ecuación para predecir.
- Validar experimentalmente las ecuaciones desarrolladas en el presente trabajo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanikannda OTF, O Olutogun, AO Leigh and LA Ajayi, 2007. Statistical modeling of egg weight and egg dimensions in commercial layers. *Int J Poult Sci*, 6(1):59-63.

Abas, K.A. and Al-Sardary, S.Y. 2007. Effects of faba beans inclusion into hens' diet and age influence on eggshell quality. *Slovak j. Anim. Sci.*, 40, (4): 180-184.

Abu-Serewa, S and Karunajeewa, H A. 1985. Comparison of methods for rehabilitating aging hens. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 25:320-325.

Acker, L., W. Ternes. 1994. Physikalisch-chemische Eigenschaftsveränderungen bei der Alterung von Hühnereiern. In Ternes, Acker und Scholtyssek: ‚Ei und Eiprodukte‘. Paul Parey Verlag Berlin und Hamburg, ISBN 3-489-63114-5, 322-328.

Adrián, J., Potus, J. and Poiffait, A. 1998. Introduction to the nutritional analysis of the food commodities. *Tech ed And Doc, Lavoisier. Paris*, 254-260.

Ahmadi, F. y Rahimi, F. 2011. Factors Affecting Quality and Quantity of Egg Production in Laying Hens: A Review. *World Applied Sciences Journal* 12 (3): 372-384.

Ahmed, AMH, Rodríguez, A, Vidal, ML, Gautron, J, García-Ruiz, J. and Nys, Y. 2003. Effect of moult on eggshell quality. *British Poultry Science*. 44:782-783.

Ahn, D. U., J. L. Sell, C. Jo, M. Chamruspollert and M. Jeffrey. 1999. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poult. Sci*. 78:922-928.

Akyurek, H. and Agha, A. 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. *Journal of animal and veterinary advances* 8(10): 1953-1958.

Alais, C. and Linden, G. 1997. *Food Biochemistry*. Aspan Publisher. Maryland, pp: 301.

Alkan, S., Karabag, K., Galic, A. and Balcioglu M. 2008. Predicting yolk height, yolk width, albumen length, eggshell weight, egg shape index, eggshell thickness, egg surface area of Japanese Quails using various egg traits as regressors. *International Journal of Poultry Science* 7(1): 85-88.

Alkan, S., Karsli, T., Galic, A. and Karabag, K. 2013. Determination of phenotypic correlations between internal and external quality traits of guinea fowl eggs. *Akdeniz Univ Vet Fak Der. Atalya Turkia*. 19(5): 861-867.

Alkan, S., M. Mendes, K. Karabag and T. Karsli. 2009. Einfluss der Selektion nach allometrischen Beziehungen zwischen Eibestandteilen und dem Eigewicht bei verschiedenen Linien japanischer Wachteln (Effects of selection on allometric relationships between egg components and egg weight in Japanese quails of different lines). *Arch. Geflügelk.*, 74 (2). S. 121–125

Alsobayel A.A., M.A. Albadry. 2011. Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 10, 41–45.

Altan, A, Altan, O, Ozkan, S, Acikgoz, Z and Ozkan, K. 2000. Effects of dietary sodium bicarbonate on egg production and egg quality of laying hens during high summer temperature. *Archiv fur Geflugelkunde*. 64:269-272. 2000.

Antonio Gilberto Bertechini y Helenice Mazzuco. 2013. The table egg: a review. *Ciência e Agrotecnologia*, 37(2), 115–122. DOI: 10.1590/s1413-70542013000200001

Arias, J.L. 1998. Calidad del Huevo: Un Enfoque Científico-Práctico. *Inform. Avic. & Porc.* 218: 8-15.

Al-Batshan, HA, Scheidler, SE, Black, BL, Garlich, JD and Anderson, KE. 1994. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increases following molt. *Poultry Science*. 73:1590-1596

Azim, A.M. and Farahat, G.S. 2009. Breed differences and phenotypic correlations of antioxidant enzymes activities, some physiological parameters and productive traits of chicken. *Egypt. Poult. Sci.* Vol. 29 (2): 645-666.

Balnave, D and Yoselewitz, I. 1987. The relation between sodium chloride concentration in drinking water and eggshell damage. *The British Journal of Nutrition*. 58:503-509.

Balnave, D, Yoselewitz, I and Dixon, R. 1989. Physiological changes associated with the production of defective egg-shells by hens receiving sodium chloride in the drinking water. *British Journal of Nutrition*. 61:35-53.

Bar, A, Razaphkovsky, V and Vax, E. 2002. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged in laying hens. *British Poultry Science*. 43:261-269.

Barbosa, N. A. A., Freitas, E. R., Sakomura, N. K. And Wada, M. T. 2004. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade interna de ovos de poedeiras comerciais. *Brazilian Journal Poultry Science*, 6: 60-65.

Beardsworth, P.M. and Hernández, J.M. 2004. *Yolk Color – An Important Egg Quality Attribute*. DSM Nutritional Products Europe. Suiza.

Bejaei, M; Wiseman, K.; Cheng, K.M. 2011. Influences of demographic characteristics, attitudes, and preferences of consumers on table egg consumption in British Columbia, Canada. *Poultry Science*, Savoy, v.90, n.5, p.1088-1095.

Bennett, M.J. 1993. Towards ethnorelativism: A developmental model of intercultural sensitivity. In R. M. Paige (Ed.), *Education for the intercultural experience* (2nd ed., pp. 21-71) Yarmouth ME: Intercultural Press.

Benton, C.E. and Brake, J.J. 2000. Effects of atmospheric ammonia on albumen height and pH of fresh broiler breeder eggs. *Poultry Science* 79, 1562-1565.

Bernacki, Z., Kokoszynski, D. and Bawej, M. 2013. Laying performance, egg quality and hatching results in two guinea fowl genotypes. *Arch. Geflugelk.*, 77 (2) s. 109-115.

Berry, W.D. 2003. The physiology of induced molting. *Poultry Science*. 82:971-908.

Biembengut, M.S. and Hein, N. 1999. Modelación Matemática: Estrategia Para Enseñar y Aprender Matemáticas. México. Educación Matemática, vol. 11, núm. 1, pp. 119-134.

Bollengierlee, S, Mitchell, MA, Utomo, DB, Williams, PEV and Whitehead, CC. 1998. Influence of high dietary vitamin supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress. *British Poultry Science*. 39:106-112.

Boorman, KN and Gunaratne, SP. 2001. Dietary phosphorus supply, egg-shell deposition and plasma inorganic phosphorus in laying hens. *British Poultry Science*. 42:81-91.

Brito, M.; Alemán, I; Fraga, E.; Para, J. y Arias, R. 2011. Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Ingeniería mecánica* 14(2):129-139.

Burley, R.W. and Vadehra, D.R. 1989. *The avian egg. Chemistry and biology*. John Wiley and Sons. N.Y.

Caner, C. y Cansiz, O. 2006. Effectiveness of chitosan-based coating in improving shelf-life of eggs. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (2), 227-232. doi: 10.1002 / jsfa.2698

Carnelli, G., Falsetti, M., Formica, A. and Rodríguez, M. 2008. Un estudio del aprendizaje de validación matemática a nivel pre-universitario en relación con distintas interacciones en el aula. *Instituto de desarrollo humano*, pp 25-40.

Charlton, BR, Bermudez, AJ, Boulianne, M, Halvorson, DA, Jeffrey, JS, Newman, LJ, Sander, JE and Wakenell, PS. 2000. (Eds). *Avian Disease Manual*, 5th edition, American

Association of Avian Pathologists, Pennsylvania, U.S.A.

Cheftel, J.C., Cuq, J.L. and Lorient, D. 1985. Protéines Alimentaires. Lavoisier Ed.416p.

Choct, M and Hughes, RJ. 1997. The nutritive value of new season grains for poultry. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia 1997, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia: 146-150.

Çiçek, T.R., Uçkardeş, F., Nariç, D. and Aksoy, T. 2013. Comparison of Principal Component Regression with the Least Square Method in Prediction of Internal Egg Quality Characteristics in Japanese Quails. Kafkas Univ Vet Fak Derg, 17 (5): 687-692.

Corona, JL. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504 Volumen 14 N° 7 REDVET - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070713.html>

Coutts, J. and Wilson, G. 2007. Optimum Egg Quality: A Practical Approach. The poultry site.

Curtis, PA., Gardner, FA. and Mellor, DB. 1995. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. Poultry Science 64: 297-301.

Daghir, NJ. 1995. Replacement Pullet and Layer Feeding and Management in Hot Climates. In: Poultry Production in Hot Climates, CAB International, University Press, Cambridge. pp. 219-253.

Debnath, B.C. and Ghosh, T.K. 2015. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in gramapriya layers. Department of Animal Nutrition, West Bengal University of animal and Fishery Sciences, Belgachia, Kolkata-37, West Benagl, India. Vol5, Issue -1. P. 78-85.

De Moura, AMA., Da Trindade, R., Fonseca, JB., Mendonça, RA. y Hurtado VL. 2009. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices

japonesas (*Coturnix japonica*). Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Vol. 17, Núm. 3 y 4:67-75

Doyon, G., Bernier-Cardou, M., Hamilton, R. M. G., Castaigne, F. and Randall, C. J., 1986. Egg quality. 2. Albumen quality of eggs from five commercial strains of White Leghorn hens during one year of lay. *Poultry Science*, 65: 63-66.

DSM. 2014. DSM guidelines for egg yolk pigmentation with carophyll. DSM Bright science. Brighter living.

Dudusola IO, 2009. Effects of Storage Methods and Length of Storage on some Quality Parameters of Japanese quail eggs. *Tropicultura*, 27 (1): 45-48.

Dumas, A., Dijkstra, J. and France, D. 2008. Mathematical modelling in animal nutrition: a centenary review. *Journal of Agricultural Science*, v. 146, p.123–142.

Egg Board Nutrition - EBN. Egg composition. Available from: <http://www.incredibleegg.org/health-andnutrition/egg-nutrient/nutrient-chart>

Egg Institute. 2009. *El Gran Libro del Huevo*. Editorial Everest, S.A. 1ra edición: octubre. Apartado de correo 3383. Madrid.

Elaroussi, M., Forte, L., Ebert, S. and Biellier, H.V. 1994. Calcium homeostasis in the laying hens. 1. Age and dietary calcium effects. *Poultry Science*, 73: 1581-1589.

Emamgholi, H., Zerehdaran, S., Hassani, S., Abbasi, M.A., Ahmadi, A.R. 2010. Heritability, genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in Iranian native fowl. *British Poultry Science*, 51 (6): 740-744.

Énfasis. 2013. Consideran al huevo como alimento funcional. Disponible en <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/68060-consideran-al-huevo-como-alimento-funcional>

Fajemilehin, S.O. 2008. Predicting post-broken traits using the pre-broken traits as regressors in the eggs of helmeted guinea fowl. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 3 (8), pp. 578-580.

Fajemilehin, S.O., Odubola, O.O., Fagbuaro, S.S. and Akinyemi, M.O. 2009. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the nigerian helmeted guinea fowl, *númida meleagris galeata pallas*. *App. Trop. Agric.* Vol. 14, Pp. 102-108.

FAO STATISTICS DIVISION - FAOSTAT. 2018. Available from: [http://www.faostat.org/poultry meat & egg](http://www.faostat.org/poultry%20meat%20&%20egg)

Farooq MK, Aneela FR, Durrani AK, Muqarrab NC, Khurshid A. 2001a. Egg and shell weight, hatching and production performance of Japanese broiler Quails. *Sarhad J. Agric.*, 17: 289-293.

Farooq M, Durrani FR, Aleem N, Chand N Muqarrab AK. 2001b. Egg traits and hatching performance of Desi, Fayoumi and Rhode Island Red Chicken. *Pak. J. Bio. Sci.* 4(7): 909-911.

Fernández, M.L. 2006. Dietary cholesterol provided by eggs and plasma lipoproteins in healthy populations. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, Philadelphia, v.9, n.1, p.8-12.

Fletcher, D.L., Britton, W.M. and Rahn, A.P. 1981. The influence of layer flock age and egg component yields and solids content. *Poultry Science*, v.60, p.983-987.

Food Standards Australia New Zealand. 2006. Australia New Zealand Food Standards Code, Standard. http://www.foodstandards.gov.au/_srcfiles/Standard_Egg_Products_v64.pdf.

Fuentes, P. 2002. *Calidad Interna del Huevo y su Conservación. Lecciones sobre el huevo.* Instituto de estudios del huevo. Madrid.

Funk, E.M. 1948. The relation of the yolk index determined in natural position to the yolk index, as determined after separating the yolk from the albumen. *Poultry Science*, 27: 367.

Glatz, PC. 1993. Cool drinking water for layers and broilers in summer. Proceedings of the 3th Australian Poultry and Feed Convention, Gold Coast, Australia, 202-205.

Grashorn, MA., A. Juergens and W. Bessei. 2016. Effects of storage conditions on egg quality. LOHMANN Information Vol. 50(1)

GulNawaz, A. 2002. Egg traits and Hatching performance of Nondescript Desi chicken produced under backyard conditions in district Charsadda. M. Sc. (Hons) Animal Husbandry, Thesis. Department of Poultry Science, NWFP, Agricultural University, Peshawar, Pakistan. Unpublished.

Guter, M.M.; Low, E.M. 2008. The British Egg Marketing Board 1957-71-A reassessment. Journal of Agricultural Economics, Malden, v.22, n.3, pp. 247-65.

Hamilton, RMG. 1982. Methods and factors that affect the measurement of eggshell quality. Poult Sci 61:2022–2039.

Harms, R., Rossi, D., Sloan, D., Miles, R. and Christmas, R. 1990. A method for estimating Shell weight and correcting specific gravity for egg weight in eggshell quality studies. University of Florida. Department of Poultry Science, 69: 48-52.

Hatten, LF, Ingram, DR and Pittman, ST. 2001. Effect of phytase on production parameters and nutrient availability in broilers and laying hens: A review. Journal of Applied Poultry Research. 10:274-278.

Haugh, R.R. 1937. The Haugh Unit for Measuring Egg Quality. H.S. Egg Poultry Mag 48:552-555.

Herman, J. and Choi, K. 2012. Validation of ELA and mathematics assessment: A general approach. National center for research on evaluation, Standards and student testing. University of California.

Hernández, J., Cuca, G., González, A., y Becerril, P. 2006. Nivel óptimo biológico y económico de calcio en gallinas Leghorn blancas de segundo ciclo de postura. Agrociencia

40: 49 – 57.

Hernández, J., María Isabel P.L., Martínez, E., Aparicio, V.Y., Rodríguez. O.G. y Meza. V.M. 2013. Calidad de huevo de 4 líneas genéticas de gallina en clima cálido. Revista mexicana de ciencias agrícolas, num. 6, 2013, pp. 1107-1118. México

Hocking, PM, Bain, M, Channing, CE, Fleming, R and Wilson, S. 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *British Poultry Science* .44: 365-373.

Hu, FB., Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Rosner BA, Spiegelman D, Speizer FE, Sacks FM, Hennekens CH, and Willett WC. 1999. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women. *Journal of the American Medical Association*, Chicago, v.281, n.15, p.1387-94.

Hughes, BO, Gilbert, AB and Brown, MF. 1986. Categorisation and causes of abnormal egg shells: Relationship with stress. *British Poultry Science*. 27:325-337.

Hurwitz, S. 1987. Effect of nutrition on egg quality. In: *Egg Quality_Current Problems and Recent Advances*, pp. 235-254, Eds. Wells, RG and Belyavin, CG.). Poultry Symposium Number Twenty, Butterworths, London, Boston, 235-254.

Hy-line. 2018. Guía de Manejo: Ponedoras Comerciales. © Hy-line international.

Iposu, S.O., Onwuka, C.F. and Eruvbetine, D. 1993. The relationship between selected egg quality traits and egg size. *Nigerian Journal of Animal Production* 21. 156-160. Instituto de Estudios del Huevo. 2009. *El Gran Libro del Huevo*. Ed. Everest S.A. España.

Inca, J. 2016. Validación de ecuaciones de predicción de la calidad de huevo en gallinas de última fase productiva. Tesis para optar el grado de Magister Science en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Jamroz, D, Orda, J, Skorupinska, J, Wiliczkiwicz, A, Wertelecki, T, Zylka, R and Klunter, AM. 2003. Reaction of laying hens to low phosphorus diets and addition of different phytase

preparations. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 12:95-110.

Jin, Y. H., K. T. Lee, W. I. Lee and Y. K. Han. 2011. Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(2):279-284

Johnston S.A. and Gous R.M. 2007. Modeling the changes in the proportion of the egg components during a laying cycle. *British Poultry Science*, 48, 347–353.

Jones, D. R. 2006. Conserving and monitoring shell egg quality. *Proceedings of the 18th Annual Australian Poultry Science Symposium*. pp. 157-165.

Jones DR and MT Musgrove, 2005. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poult Sci*, 84:1774-1777.

Joyner, C., Peddie, M. and Taylor, T. 1987. The effect of age on egg production in the domestic hen. *General and Comparative Endocrinology*, 65:331-336.

Kane, M. 2001. Current Concerns in Validity Theory. *Journal of Educational Measurement*, 38(4), 319–342.

Karunajeewa, H, Abu-Serewa, S and Harris, PA. 1989. Effects of an induced pause in egg production and supplementation of the diet with iron on egg shell colour, quality and performance of brown egg layers. *British Poultry Science*. 30:257-264.

Kato, A, Ogato, S, Matsudomi, N and Kobayashi, K. 1981. A comparative study of the aggregated and disaggregated ovomucin during egg white thinning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 29:821-823.

Keshavarz, K. 2003a. The effect of different levels of nonphytate phosphorus with and without phytase on the performance of four strains of laying hens. *Poultry Science*: 82:71-79.

Keshavarz, K. 2003b. Effects of reducing dietary protein, methionine, choline, folic acid and vitamin B-12, during the late stages of the egg production cycle on performance and eggshell quality. *Poultry Science* 82: 1407-1414.

Khurshid, A., Farooq, M., Durrani, F., Sarbiland, K. and Chand, N. 2003. Predicting egg weight, shell weight, shell thickness and hatching chick weight of Japanese quails using various egg traits as regressors. *Int. J. Poult. Sci.*, 2: 164-167.

King'ori, A.M. 2012. Poultry egg external characteristics: egg weight, shape and shell colour. *Res. Journal of Poultry Science*. 5: 14-17.

Kul S, and Şeker I. 2004. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Int J Poult Sci*, 3 (6): 400-405,

Lafon, P. and Lafon, F. 2009. The egg and the ovoproducts. *Technique of the engineer*, F7010: 1-21.

Lawson, D. and Marion, G. 2008. An introduction to mathematical modelling. Notes 35 pp.

Layman, K.L.; Rodriguez, N.R. 2009. Egg protein as a source of power, strength and energy. *Nutrition Today*, Boston, v.44, n.1, p.1.

Leandro, N. S. M., Deus, H. A. B., Stringhini, J. H., Café, M. B., Andrade, M. A., And Carvalho, F. B. 2005. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. *Ciência Animal Brasileira*, 6 (2): 71-78.

Lee, K. 1982. Effects of forces molt period on postmolt performance of Leghorn hens. *Poultry Science*. 61:1594-1598.

Lee, K and Moss, CW. 1995. Effects of population density on layer performance. *Poultry Science*. 74:1754-1760.

Ledur, M.C., Liljedahl, L.E., Mcmillan, I., Asselstine, L. and Fairfull, R.W. 2002 Genetic effects of aging on egg quality traits in the first laying cycle of White Leghorn strains and strain crosses. *Poultry Science* 81:1439-1447.

Lim, HS, Namkung, H and Paik, IK. 2003. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, and phosphorus excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorus. *Poultry Science*. 82:92-22.

Lorient, D., Matringe, E., Vey, F. and Bourgeois-Adragna, O. 1994. Functional Properties, sensory and nutritional of the ovoproducts. In: *Egg and ovoproducts*, Paris, Tec and Doc. Lavoisier. ISBN: 2-85206-903-2: 368.

Mabe, I, Rapp, C, Bain, MM and Nys, Y. 2003. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. *Poultry Science* 82:1903-1913.

María Elena, C. J., S. G. Leonor, M. B. Eduardo, C. D. Silvia, A. G. Ávila, F. M. Benjamín, R. P. Miriam and P. G. R. Fernando. 2006. Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. *INCL*. 31: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442006001100009&script=sci_arttext.

Martínez, E. 2005. Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, XXXVIII: 315-332.

McNamara, D.J. 2002. Eggs and Heart Disease Risk: Perpetuating The Misperception. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, V.75, N.2, P.333-335.

McNamara, D. 1997. Cholesterol intake and plasma cholesterol: an update. *Journal of the American College of Nutrition*, Clearwater, v.16, n.6, p.530-534.

Mench, JA, Tienhoven, AV, Marsh, JA, McCormick, CC, Cunningham, DL and Baker, RC. 1986. Effects of cage and floor pen management on behavior, production, and physiological stress responses of laying hens. *Poultry Science*. 65:1058-1069.

MINAGRI-DGESEP/INEI. 2019. Boletín Estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Lima, Perú.

Mieszkalski, L. 2014. Method of mathematical modelling of the surface of the eggshell shape, egg yolk and air chamber of chicken eggs. *Agricultural Engineering*, 3: 163-174.

Mine, Y. 1995. Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. *Trends in Food Science and Technology*, v.6, p.225- 231.

Minitab ® 17.1.0. 2014. Minitab Inc. Language Pack – español: 17.1.0.0.

Mube, H.K., Kana, J.R., Tadondjou, C.D., Yemdjie, D.D. Manjeli, Y. and Teguaia, A. 2014. Laying performances and egg quality of local barred hens under improved conditions in Cameroon. *Journal of Applied Biosciences* 74: 6157-6163.

Narushin VG. 1994. Express method for determination of egg morphological parameters. 9th European Poultry Conference. Proceeding, Glasgow (DK), 1: 385-386.

Narushin, V.G. 2005. Egg geometry calculation using the measurements of length and Breadth. *Poultry Science* 84: 482-484.

Narushin VG, Yakupoglu C, J Dvorska. 2001. Morphological composition of quail eggs. IX European symposium on the quality of eggs and egg products. Kusadasi, Turkey, 387-392.

Narushin, V.G., Romanov, M.N. and Bogatyr, V.P. 2002. Relationship between preincubation egg parameters and chick weight after hatching in layer breeds. *Biosyst. Eng.* 83: 373-381.

Nedeljka, N., Tosho, K. and Rodne, N. 2012. The effect of hens age and weight class on the internal composition of eggs. *Institute of animal Science Seria Zootehnie*, Vol. 57.

Nepomuceno, R., Watanabe, P., Braga, C., Mendes, M. and Lemos, M. 2014. Quality of quail eggs at different times of storage. *Ciência Animal Brasileira* 15(4): 409-413

Nordstrom, J. and Ousterhout, L. 1982. Estimation of Shell Weight and Shell Thickness from Egg Specific Gravity and Egg Weight. *Poultry Science* 61:1991-1995

Nowaczewski, S., Witkiewicz, K., Fraczak, M., Kontecka, H., Rutkowski, M., Rutkowski, A., Krystianiak, S. and Rosinski, A. 2008. Egg quality from domestic and french guinea fowl. *Nauka Przyroda Technologie, Tom 2, Zeszyt 2, #8.*

Nys, Y. 1986. Relationships between age, shell quality and individual rate and duration of Shell formation in domestic hens. *British Poultry Science* 27: 253-259.

Nys, Y. 1995. Influence of nutritional factors on eggshell quality at high environmental temperature. *Proceedings of the VI European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Zaragoza, Spain, pp.209-220.*

Nys, Y. 1999. Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science.* 44:135-143.

Nys, Y. and Sauveur, B. 2004. Nutritional Value of eggs. *INRA Prod. Anim.,* 17 (5): 385-393.

Ojedapo, L.O. 2013. Phenotypic correlation between the external and internal egg quality traits of pharaoh quail reared i derived savanna zone of nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare.* Vol. 3, No. 10.

Olawumi, S.O. and Ogunlade, J.T. 2008. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the exotic Isa Brown layer breeders. *Asian Journal of Poultry Science* 2 (1): 30-35.

Olowofeso, O., Otufowora, P. and Ilori, B.M. 2013. Prediction of chicken egg weight using egg components as regressors. *Egypt Poultry Science,* Vol. 33: 127-133

Onunkwo, D.N and I. C. Okoro. 2015. Phenotypic Correlations between External and Internal Egg Quality Traits in Three Varieties of Helmeted Guinea Fowl from 28 to 46 weeks

of Age. International Journal of Livestock Research. Vol 5(3). DOI 10.5455/ijlr.20150318092255

Ortega, D. R. A. 2000. Perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la carrera de Agronomía, Tesis (en opción al título de Master en Ciencias Pedagógicas), UCLV, Santa Clara, Cuba.

Overfield, N.D. 1995. Egg quality assessment techniques at laboratory and field level. In: Proceedings of the VI European symposium of the quality of eggs and egg products. Zaragoza, Spain. September 25 - 29, 1995.

Paganelli, C.V., Olszowka, A. and Ar, A. 1974. The Avian Egg: surface area, volume and density. Department of physiology. State University of New York at Buffalo. New York 14214. The condor 76: 319-325.

Patil, S.R.; Cates, S.; Morales, R. 2005. Consumer food safety knowledge, practices, and demographic differences: Findings from a meta-analysis. Journal of Food Protection, Des Moines, v.68, n.9, p.1884-1894.

Pavlovski, Z., Škrbić, Z., Lukić, M., Vitorović, D., Lilić, S. and Petričević, V. 2012. Shell quality – everlasting problem in the today poultry science. Biotechnology in Animal Husbandry 28 (3), p. 392-404.

Periago, J. 2010. Higiene, Inspección y Control de Huevos de Consumo. HICA. Universidad de Murcia.

Pingel, H and Jeroch, H. 1997. Egg quality as influenced by genetic, management and nutritional factors. Proceedings of the VII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Poznan, Poland, pp. 13-27.

Poggenpoel, DG, Ferreira, GF, Hayes, JP and Preez, JJD. 1996. Response to long-term selection for egg production in laying hens. British Poultry Science 37: 743-756.

Pollard JH. 1977. A handbook of numerical and statistical techniques with examples mainly from the life sciences. Cambridge: Cambridge University Press, 1977: 134 - 5

Ramírez, A., Gonzáles, J., Andrade, V. y Verena, T. 2016. Efecto de los tiempos de conservación a temperatura ambiente, en la calidad del huevo de gallinas camperas (*Gallus domesticus*) en la Amazonia Ecuatoriana. Revista electronica de Veterinaria – ISSN 1695-7504 Volumen 17 N° 12 REDVET.

Rao, KS, Roland, DA, Adams, JL and Durboraw, WM. 1992. Improved limestone retention in the gizzard of commercial leghorn hens. *Journal of Applied Poultry Science*. 1:6-10.

Rashidi, M. and Gholami, M. 2011. Prediction of egg mass based on geometrical attributes. *Agric. Biol. J. N. Am.*, 2(4), 638-644.

Rayan, G.N., Galal, A., Fathi, M.M. El-Attar, A.H. 2010. Impact of layer breeder flock age and strain on mechanical and ultrastructural properties of eggshell in chicken. *International Journal of Poultry Science* 9(2): 139-147.

Reynard, M and Savory, CJ. 1999. Stress-induced oviposition delays in laying hens: duration and consequences for eggshell quality. *British Poultry Science*. 40: 585-591.

Roberts, J.R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*, 41: 161-177.

Roberts, JR and Ball, W. 2004. Egg quality guidelines for the Australian egg industry. Australian Egg Corporation Limited Publication 03/19, 32 pp.

Roberts, J.R., Choct, M. and Ball, W. 1999. Effect of different commercial enzymes on egg and egg Shell quality in four strains of laying hens. In: *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium*. Sydney, 11: 139-142.

Roberts, J.R., Chousalkar, K. and Samiull, H. 2013. Egg quality and age of laying hens: implications for product safety. *Animal Production Science*, 53: 1291-1297.

Roland, D.A. 1988. Eggshell problems: Estimates of incidence and economic impact. *Poultry Science* 67: 1801-1803.

Roland, DA and Brake, J. 1982. Influence of premolt production on postmolt performance with explanation for improvement in egg production due to force molting. *Poultry Science*. 61:2473-2481.

Roland, DA and Bryant, M. 1994. Feed consumption, energy consumption, shell quality, egg production, and egg weight as influenced by pre-peak production calcium levels on commercial leghorns. *Journal of Applied Poultry Science*. 3:184-189.

Roland, DA and Bryant, M. 2000. Nutrition and feeding for optimum egg shell quality. Proceedings of the XXI World's Poultry Congress, Montreal, Canada, August 20-24. 2000. CD-ROM.

Romanoff, A.L and A.J. Romanoff. 1949. *The avian egg*. John Wiley and Sons, Inc. New York. DOI: 10.1002/jez.1400560405.

Rossi, M. and Pompei, C. 1995. Changes in some egg components and analytical values due to hen age. *Poultry Science* 74, 152-160.

Salvador, E. and Guevara, V. 2013. Desarrollo y validación de un modelo de predicción del requerimiento óptimo de aminoácidos esenciales y del comportamiento productivo en ponedoras comerciales. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(3), 264-276. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172013000300002&lng=es&tlng=es.

Samli, H.E.; Agma A. and Senkoğlu, N. 2005. Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens: *Journal of Applied Poultry Research*. 14: 548-553.

Sarica, M., Onder, H. and Yamak, U.S. 2012. Determining the most effective variables for egg quality traits of five hen genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*. 14(2): 235-240.

Scott, T. A. and F. G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.* 79:1725-1729.

Seker, I. 2004. Prediction of albumen weight, yolk weight, and shell weight as egg weight in Japanese quail eggs. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 23 (1-2-3): 87-92.

Ševčíková, S. 2003. High quality protein-eggs. *Farmář*, 4, 2003: 44 - 45. (In Czech).

Sezer, M. 2007. Heritability of exterior egg quality traits in japanese quail. Department of animal Science, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpasa University, Turkey. *Journal of Applied Biological Sciences* 1 (2): 37-40.

Shafey, T.M., Hussein, E.S., Mahmoud, A.H., Abouhelf, M.A. and Al-Batshan, H.A. 2015. Managing collinearity in modeling the effect of age in the prediction of egg components of laying hens using stepwise and ridge regression analysis. *Brazilian Journal of Poultry Science*.V.17. No. 4. 473-482.

Silversides, F.G. and Scott, T.A. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Sci.*, 80: 1240-1245.

Silversides, FG and Villeneuve, P. 1994. Is the Haugh Unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poultry Science* 73: 50-55.

Singh, R.A. 1995. *Poultry production* 2nd edition. Kalyani publishers. Daryaganj, New Dheli (India) – 110002.

Sohail, SS and Roland, DA. 2002. Influence of dietary phosphorus on performance of Hy-Line W36 hens. *Poultry Science* 81: 75-83.

Snedecor GW, Cochran WG. 1980. *Statistical method*. Seventh edition. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, D-S.A.

Stadelman, WJ. 1995. The preservation of quality in shell eggs. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. *Egg science and technology*. 4th ed. Westport, Conn.: AVI Publishing. p 67–79.

Suksupath, S, Cole, EA, Cole, RJ and Bryden, WL. 1989. Toxicity of cyclopiazonic acid in the laying hen. *Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium*, Sydney, 94.

Symons, T., Schutzler, S., Cocke, T., Chinkes, D., Wolfe, R. and Paddon-Jones, D. 2007. Ageing does not impair the anabolic response to a protein-rich meal. *American Journal of Clinical Nutrition*, Bethesda, v.86, n.2, p.451-456.

Tayeb, IT. 2012. Effects of Storage Temperature and Length on Egg Quality Parameters of Laying Hen. *Journal of animal Scientist*, 2012, 1(2): 32-36.

Tumová, E. and Gous, R.M. 2012. Interaction of hen production type, age and temperature on laying pattern and egg quality. *Czech University of Life Sciences, Prague, Czech Republic. Poultry Science* 91:1269-1275.

Udoh, U.H., Okon, B., and Udoh, A.P. 2012. Egg quality characteristics, phenotypic correlations and prediction of egg weight in three (Naked neck, Frizzled feather and normal feathered) nigerian local chickens. *International Journal of Poultry Science* 11 (11): 696-699.

Velten, K. 2009. *Mathematical Modeling and Simulation: Introduction for Scientists and Engineers*. Wiley-vch verlag GmbH Co. KGaA, Weinheim University of applied Sciences Geisenheim, Germany.

Walsh, T. J., R. E. Rizk, and J. Brake. 1995. Effects of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long stored hatching eggs. *Poult. Sci.* 74:1403–1410.

Wu, G.; Baraldo, M. and Furlanut, M. 1995. Calculating percentage prediction error: a user's note. *Pharmacological Research* 32(4): 241 – 248.

Yakubu, A., Ogah, D.M. and Barde, R.E. 2008. Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chickens. *International Journal of Poultry Science* 7 (6): 579-585.

Zita, L., Tùmová, E. and Štolc, L. 2009. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, v.78, n.1, p.85-91.

VIII. ANEXOS

Anexo I. Datos observados.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	1	71,10	60,65	46,23	74,91	43,47	8,61	16,16	45,83	20,80	6,83	0,46	97,64	76,22	90,15	0,35	4
1	1	60,80	55,75	44,08	73,42	39,52	8,43	14,78	42,64	15,30	5,98	0,44	86,82	79,07	91,66	0,35	4
1	1	59,20	53,89	44,35	69,81	36,33	6,86	15,38	41,80	17,20	5,67	0,40	85,10	82,29	83,03	0,37	2
1	1	63,25	57,68	43,50	68,22	39,67	6,88	15,62	39,46	16,87	6,71	0,46	89,43	75,42	81,92	0,40	7
1	1	66,26	55,31	44,66	70,09	42,70	6,62	16,08	38,80	16,99	6,57	0,44	92,61	80,74	79,22	0,41	7
1	1	74,36	61,37	45,72	74,47	48,42	8,48	16,23	44,04	19,00	6,94	0,45	100,98	74,50	88,69	0,37	3
1	1	61,10	56,48	43,47	68,38	37,64	8,89	15,93	42,59	17,20	6,26	0,47	87,14	76,97	93,95	0,37	4
1	1	58,50	55,50	42,95	65,28	37,34	8,22	15,98	40,61	14,90	6,26	0,48	84,34	77,38	91,14	0,39	5
1	1	60,20	56,34	44,39	63,52	41,86	10,65	14,60	40,87	14,20	4,14	0,33	86,17	78,78	102,15	0,36	3
1	1	61,58	56,85	43,42	67,84	39,49	6,62	15,31	40,98	15,80	6,29	0,48	87,65	76,38	80,67	0,37	5
1	1	58,89	56,07	43,33	75,92	38,93	8,89	15,16	41,67	16,10	3,86	0,31	84,76	77,27	94,50	0,36	2
1	1	66,30	57,73	45,13	73,19	42,96	9,27	16,51	43,46	16,30	7,04	0,44	92,65	78,17	94,65	0,38	8
1	1	65,40	56,62	45,62	72,95	43,07	8,58		41,54	15,50	6,83	0,49	91,70	80,57	91,33		5
1	1	71,90	60,06	46,64	72,46	44,24	9,61		42,34	19,90	7,76	0,49	98,46	77,66	95,12		6
1	1	60,10	58,74	42,44	70,96	38,85	7,01	15,60	40,96	15,50	5,75	0,44	86,07	72,24	83,71	0,38	5
1	1	71,80	59,49	46,21	85,57	48,25	8,81	16,64	41,94	17,20	6,35	0,42	98,36	77,68	91,07	0,40	3
1	1	60,30	56,28	43,84	64,07		9,21		42,89		5,57	0,45	86,28	77,90	95,72		3
1	1	70,40	60,26	45,16	71,89	44,92	9,32	17,60	42,05	18,60	6,88	0,47	96,92	74,94	94,03	0,42	3
1	1	62,02	55,86	43,26	68,60	42,17	8,31	16,38	41,33	15,30	4,55	0,40	88,12	77,44	90,75	0,40	3

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	1	70,08	60,52	44,83	81,17	44,29	7,63	16,74	43,71	18,90	6,89	0,49	96,59	74,07	84,75	0,38	5
1	1	66,61	59,12	45,13	69,88	42,57	6,38	16,09	44,28	19,10	4,94	0,39	92,97	76,34	77,39	0,36	5
1	1	62,90	57,26	43,85	57,30	41,10	5,57	15,37	38,36	15,31	6,49	0,45	89,06	76,58	72,39	0,40	6
1	1	59,77	56,48	42,89	61,53	38,20	5,71	11,69	37,98	15,44	6,13	0,45	85,71	75,93	74,68	0,31	4
1	1	64,65	56,88	44,68	68,87	40,32	7,90	15,48	40,77	18,93	5,40	0,37	90,91	78,54	87,80	0,38	7
1	2	63,00	57,27	44,21	74,90	41,87	9,78	15,06	40,09	14,50	6,63	0,48	89,17	77,20	97,78	0,38	11
1	2	61,40	57,63	43,78	70,42	39,95	9,26	16,76	42,61	15,80	5,65	0,42	87,46	75,96	95,69	0,39	8
1	2	69,70	59,58	45,71	79,07	47,39	8,66	15,97	42,65	16,70	5,61	0,37	96,19	76,72	90,75	0,37	8
1	2	61,10	54,70	44,21	76,23	37,67	8,97	16,78	42,96	17,10	6,33	0,48	87,14	80,82	94,35	0,39	10
1	2	68,80	56,05	46,95	71,39	46,96	10,42	15,15	41,80	16,00	5,84	0,44	95,26	83,76	99,48	0,36	11
1	2	55,60	55,98	42,11	66,23	35,60	8,00	12,77	40,26	14,80	5,20	0,40	81,18	75,21	90,72	0,32	9
1	2	65,73	57,44	44,93	66,42	42,57	5,69	14,66	41,61	16,75	6,41	0,45	92,05	78,21	72,36	0,35	8
1	2	69,75	59,30	45,01	77,51	44,83	7,70	16,01	43,15	18,20	6,72	0,46	96,24	75,89	85,27	0,37	11
1	2	67,15	56,88	45,08	74,20	42,53	8,19	15,33	43,71	17,80	6,82	0,49	93,54	79,25	88,78	0,35	11
1	2	63,36	58,40	43,71	69,04	41,67	5,12	16,14	38,62	16,77	4,92	0,40	89,55	74,85	68,34	0,42	8
1	2	60,49	54,52	43,43	63,44	39,64	6,29	14,66	39,81	15,81	5,04	0,39	86,49	79,65	78,77	0,37	10
1	2	55,20	55,12	42,01	80,18	37,10	8,27	15,14	39,84	12,70	5,40	0,45	80,75	76,21	92,28	0,38	9
1	2	58,93	57,18	41,77	62,56	37,05	6,22	14,95	40,50	15,83	6,05	0,45	84,81	73,04	78,80	0,37	8
1	2	69,33	57,30	45,65	67,41	44,01	5,68	14,69	43,55	18,14	7,18	0,44	95,81	79,66	70,90	0,34	9
1	2	62,30	55,90	43,90	69,26	41,68	7,03	12,66	36,58	14,30	6,32	0,43	88,42	78,52	83,18	0,35	7

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albúmen; PA: peso de albúmen; AA: altura de albúmen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	2	63,45	57,43	43,78	64,38	39,50	6,99	14,68	37,01	17,50	6,45	0,46	89,64	76,22	82,58	0,40	10
1	2	66,44	56,78	44,77	60,50	40,79	8,58	12,95	40,25	18,63	7,02	0,47	92,80	78,84	91,11	0,32	11
1	2	58,92	55,62	42,87	68,53	39,97	7,29	15,19	34,77	13,13	5,82	0,48	84,80	77,08	85,75	0,44	10
1	2	62,10	56,19	43,54	67,20	37,98	6,08	15,32	41,84	18,98	5,14	0,41	88,21	77,49	76,70	0,37	10
1	2	63,79	56,59	43,93	69,40	40,10	7,46	14,68	40,49	17,24	6,45	0,48	90,00	77,63	85,40	0,36	11
1	2	58,52	54,62	42,52	70,21	38,71	6,49	15,12	38,15	13,82	5,99	0,45	84,36	77,85	80,77	0,40	11
1	2	64,90	57,55	44,94	79,62	40,75	7,86	16,13	43,89	17,70	6,45	0,41	91,18	78,09	87,50	0,37	11
1	2	75,30	59,47	47,34	88,26	48,43	7,30	18,42	44,20	19,30	7,57	0,52	101,94	79,60	81,22	0,42	11
1	2	67,10	58,69	44,85	77,82	43,31	8,48	16,12	42,37	17,50	6,29	0,41	93,49	76,41	90,42	0,38	11
1	3	68,08	60,70	43,34	69,46	43,85	5,02	14,49	41,92	16,65	7,58	0,49	94,51	71,40	65,43	0,35	12
1	3	57,71	56,20	42,95	77,76	37,84	7,31	13,65	39,57	15,73	4,14	0,41	83,49	76,41	86,26	0,35	10
1	3	68,68	56,91	45,98	73,92	45,83	6,66	15,21	40,26	16,71	6,14	0,42	95,13	80,79	78,71	0,38	10
1	3	62,15	55,68	44,05	81,69	38,79	7,07	15,97	42,23	17,40	5,96	0,43	88,26	79,10	83,44	0,38	13
1	3	57,72	55,88	42,71									83,50	76,43			12
1	3	56,40	56,71	42,26	62,86	36,98	8,41	15,65	40,09	15,70	3,72	0,34	82,06	74,52	92,67	0,39	14
1	3	55,20	54,53	43,14	70,21	36,45	8,85	14,72	40,80	14,90	3,85	0,35	80,75	79,11	95,19	0,36	12
1	3	62,40	57,80	43,94	73,64	39,23	8,23	15,56	41,80	17,60	5,57	0,46	88,53	76,01	90,19	0,37	9
1	3	65,40	58,33	44,51	73,57	40,58	8,62	15,28	42,93	18,40	6,42	0,44	91,70	76,30	91,55	0,36	13
1	3	67,48	56,58	45,52	75,72		8,18		42,32		7,53	0,51	93,88	80,45	88,67		14
1	3	68,18	59,85	45,15	87,50	43,37	6,15	16,74	42,32	17,80	7,01	0,49	94,61	75,43	75,11	0,40	9

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	3	64,30	57,83	45,01	98,93	46,54	7,08	15,54	39,59	13,80	3,96	0,33	90,54	77,83	82,91	0,39	10
1	3	65,67	58,17	44,13	75,24	46,42	15,80	14,73	36,88	13,37	5,88	0,44	91,99	75,86	118,75	0,40	11
1	3	67,61	58,80	43,75	74,97	48,39	7,23	13,44	39,90	14,31	4,91	0,42	94,02	74,40	82,91	0,34	12
1	3	63,70	56,60	44,30	71,34	39,32	7,71	13,80	43,17	19,60	4,78	0,40	89,91	78,27	86,91	0,32	11
1	3	70,50	59,17	45,73	71,22		10,14		42,55		7,31	0,47	97,02	77,29	97,91		13
1	3	60,70	57,06	43,24	66,03	37,69	8,36	18,15	42,60	16,90	6,11	0,44	86,71	75,77	91,35	0,43	12
1	3	56,80	54,62	42,81	60,53	35,63	10,21	14,43	41,56	15,40	5,77	0,49	82,50	78,37	101,00	0,35	12
1	3	57,70	57,31	41,57	78,90	34,42	3,80	15,05	39,18	17,45	5,83	0,47	83,47	72,53	57,72	0,38	12
1	3	60,20	56,76	43,58	69,52	37,08	6,52	13,57	38,16	16,44	6,68	0,48	86,17	76,77	80,46	0,36	12
1	3	52,30	53,19	41,21	69,18	33,69	7,95	15,17	37,79	13,30	5,31	0,44	77,54	77,47	91,38	0,40	11
1	3	63,50	57,55	44,33	67,09	43,09	8,96	14,81	42,24	15,40	5,01	0,41	89,70	77,03	93,77	0,35	13
1	3	65,80	58,96	44,58	82,61	41,60	6,42	17,90	42,01	17,00	7,20	0,52	92,12	75,61	77,91	0,43	13
1	3	60,10	55,56	43,77	65,60	38,72	9,25	16,84	40,84	15,70	5,68	0,46	86,07	78,77	95,94	0,41	14
1	4	60,60	56,87	43,54	74,01	38,15	8,10	16,13	73,48	16,00	6,45	0,44	86,60	76,56	89,94	0,22	13
1	4	64,10	56,84	44,71	69,45	39,45	7,68	16,49	43,02	18,80	5,85	0,46	90,33	78,65	86,66	0,38	15
1	4	64,12	56,74	43,30	77,56		7,12		41,74		5,82	0,43	90,35	76,30	83,21	0,00	12
1	4	65,10	59,43	44,11	69,32	42,11	8,30	16,30	43,18	18,10	4,89	0,41	91,39	74,21	89,93	0,38	14
1	4	72,50	59,67	46,08	74,42	43,36	8,01	17,38	46,74	21,90	7,24	0,48	99,08	77,22	86,43	0,37	13
1	4	56,90	53,75	43,24	69,43	35,82	9,14	15,91	40,53	14,70	6,38	0,48	82,60	80,45	96,18	0,39	12
1	4	60,96	56,25	43,29	167,94	37,83	95,76	14,86	40,70	16,19	6,94	0,48	86,99	76,96	98,14	0,37	10

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	4	67,15	59,77	44,58	71,68	43,64	4,95	12,90	39,87	17,98	5,53	0,40	93,54	74,59	65,20	0,32	14
1	4	61,20	55,74	43,77	66,20	39,12	6,99	16,17	39,05	16,00	6,08	0,44	87,25	78,52	83,22	0,41	13
1	4	62,40	57,92	43,61	73,56	39,04	8,60	17,41	41,85	16,90	6,46	0,47	88,53	75,28	92,19	0,42	14
1	4	63,70	55,41	45,26	86,22	41,45	6,96	15,24	40,32	15,80	6,45	0,43	89,91	81,68	82,27	0,38	13
1	4	50,30	53,18	41,79	64,00	32,70	8,50	14,56	40,50	14,20	3,40	0,35	75,30	78,58	94,72	0,36	13
1	4	69,68	58,84	45,49	79,00	44,81	6,98	16,48	39,55	18,27	6,60	0,46	96,17	77,30	80,63	0,42	13
1	4	67,23	60,68	44,24	71,95	46,01	6,05	10,50	35,02	14,91	6,31	0,47	93,62	72,91	74,66	0,30	14
1	4	42,65	47,74	38,78	57,50	29,83	6,82	12,37	28,98	8,43	4,39	0,44	66,53	81,23	88,08	0,43	14
1	4	67,10	57,74	45,26	70,87	44,44	9,26	15,79	42,15	16,10	6,56	0,47	93,49	78,39	94,42	0,37	14
1	4	73,70	61,59	45,85	74,11	47,87	8,53	18,93	58,88	18,50	7,33	0,49	100,31	74,44	89,10	0,32	11
1	4	66,60	59,36	44,93	72,27		9,81				6,44	0,46	92,96	75,68	97,16		13
1	4	57,76	53,38	42,23	81,47	37,62	5,90	14,51	41,49	15,80	4,34	0,37	83,54	79,11	76,90	0,35	15
1	4	78,71	60,15	48,26	70,81	54,84	7,96	16,76	41,90	17,70	6,17	0,42	105,38	80,23	84,57	0,40	14
1	4	64,15	59,02	43,67	81,72		7,64		41,72		6,53	0,48	90,38	73,98	86,38		13
1	4	56,73	54,59	42,73	66,69	35,84	7,52	15,81	39,79	16,54	4,35	0,39	82,42	78,27	87,74	0,40	13
1	4	69,62	59,12	45,23	74,30	43,68	6,75	13,68	40,15	18,72	7,22	0,47	96,11	76,51	79,09	0,34	12
1	4	61,52	58,21	42,94	60,35	39,61	7,90	12,00	40,29	16,63	5,28	0,45	87,59	73,76	88,59	0,30	15
1	5	69,92	58,67	45,32	70,61	43,29	7,09	17,38	43,46	19,90	6,73	0,44	96,42	77,25	81,30	0,40	14
1	5	71,88	61,13	45,18	67,86	45,55	7,19	15,76	40,87	19,95	6,38	0,44	98,44	73,90	81,41	0,39	12
1	5	68,60	56,95	45,92	73,44	45,72	5,32	14,62	41,01	16,76	6,12	0,45	95,05	80,63	68,02	0,36	14

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	5	59,70	55,13	43,63	70,75	39,40	8,60	14,92	38,56	13,80	6,50	0,45	85,64	79,13	92,82	0,39	14
1	5	59,90	59,30	42,34	66,79		9,39		42,78		6,13	0,43	85,85	71,40	96,64		14
1	5	57,90	52,81	43,89	77,30	37,65	8,01	14,87	39,85	14,50	5,75	0,43	83,69	83,10	90,19	0,37	14
1	5	59,80	56,09	43,45	75,72	37,57	8,51	17,55	41,94	16,30	5,93	0,48	85,74	77,46	92,36	0,42	13
1	5	67,70	58,86	44,95	81,11		9,60	10,06	47,34		6,45	0,45	94,11	76,37	95,97	0,21	13
1	5	67,60	58,27	45,57	80,56		9,78		46,11		5,76	0,44	94,01	78,20	96,84		14
1	5	62,20	56,20	43,82	79,63	38,82	9,53	17,52	42,87	16,40	6,98	0,48	88,31	77,96	96,79	0,41	15
1	5	64,60	56,97	44,89	71,37	40,96	9,39	15,93	41,92	17,30	6,34	0,44	90,86	78,80	95,60	0,38	14
1	5	62,80	58,89	43,61	74,46	39,14	7,81	18,42	41,39	17,40	6,26	0,47	88,95	74,05	87,77	0,45	14
1	5	63,20	59,25	42,41	68,43	41,53	6,71	14,95	39,79	16,00	5,67	0,44	89,38	71,57	80,80	0,38	13
1	5	67,62	58,50	44,07	82,01		6,47				6,77	0,47	94,03	75,32	77,72		15
1	5	63,53	57,38	43,93	68,64	40,62	7,84	14,71	39,21	16,69	6,22	0,48	89,73	76,55	87,75	0,38	15
1	5	63,53	57,72	43,82	71,15	42,50	8,41	16,26	42,83	14,73	6,30	0,46	89,73	75,91	90,88	0,38	15
1	5	66,12	57,52	44,41	76,10	40,47	7,24	15,69	43,15	18,60	7,05	0,50	92,46	77,21	83,40	0,36	14
1	5	63,98	55,59	44,89	72,57	40,34	8,16	17,37	40,69	17,20	6,44	0,49	90,21	80,74	89,41	0,43	12
1	5	61,50	57,69	43,09	80,63	37,79	6,68	17,00	41,91	17,00	6,71	0,49	87,57	74,68	81,13	0,41	13
1	5	59,80	55,01	43,75	71,51	38,24	8,15	17,58	40,35	15,20	6,36	0,48	85,74	79,52	90,42	0,44	13
1	5	66,90	57,61	45,81	71,27	42,99	8,89	16,32	42,76	18,10	5,81	0,44	93,28	79,52	92,63	0,38	13
1	5	66,34	57,35	44,78	70,90	41,64	7,36	15,95	40,15	17,74	6,96	0,40	92,69	78,07	84,07	0,40	13
1	5	60,82	58,36	42,59	66,59	37,91	7,07	14,50	41,06	16,68	6,23	0,43	86,84	72,97	83,84	0,35	5

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	5	64,50	56,52	43,82	75,47	35,70	4,29	14,54	41,65	22,06	6,74	0,44	90,75	77,53	59,57	0,35	5
1	6	71,56	59,03	46,55	72,21	44,93	9,19		44,66	19,81	6,82	0,46	98,11	78,85	93,12	0,00	4
1	6	64,03	59,23	44,01	74,30	41,54	9,31	15,50	43,28	17,00	5,49	0,42	90,26	74,30	95,34	0,36	5
1	6	60,99	57,15	43,38	71,10	38,62	9,62	15,12	42,31	16,08	6,29	0,48	87,02	75,91	97,47	0,36	6
1	6	69,01	62,48	44,41	75,66	46,86	9,52	16,10	43,53	16,84	5,31	0,37	95,48	71,07	95,31	0,37	5
1	6	66,55	57,60	44,73	76,50	42,35	9,04	15,29	40,73	16,97	7,23	0,50	92,91	77,65	93,47	0,38	6
1	6	72,09	60,44	45,90	71,41	46,53	9,83	16,34	42,35	18,67	6,89	0,46	98,66	75,93	96,16	0,39	5
1	6	64,93	57,92	44,29	68,14	41,66	10,21	15,64	42,51	16,45	6,82	0,47	91,21	76,47	99,33	0,37	8
1	6	64,23	57,40	44,51	73,03	41,93	8,68	15,97	40,77	17,28	5,02	0,36	90,47	77,54	92,16	0,39	8
1	6	58,50	56,97	42,18	78,44	36,44	5,63	14,58	38,59	15,80	6,26	0,48	84,34	74,03	74,54	0,38	5
1	6	68,73	58,46	45,14	82,15	42,98	5,41	13,54	42,85	18,70	7,05	0,50	95,19	77,21	68,82	0,32	6
1	6	62,29	56,54	43,54	67,32	38,90	9,04	15,78	41,34	16,98	6,41	0,46	88,41	77,00	94,44	0,38	8
1	6	64,40	60,51	43,52	69,92	42,46	6,28	16,70	38,58	16,50	5,44	0,43	90,65	71,92	77,35	0,43	4
1	6	74,19	59,34	46,87	78,16	49,58	6,53	14,81	39,81	17,30	7,31	0,47	100,81	78,98	76,08	0,37	8
1	6	62,43	58,24	43,66	77,29	39,65	6,81	16,07	42,02	16,98	5,80	0,44	88,56	74,96	81,71	0,38	8
1	6	68,71	58,14	45,10	73,38	43,78	7,48	17,14	39,62	17,40	7,53	0,49	95,17	77,56	84,19	0,43	8
1	6	67,15	58,67	44,44	63,69	42,68	7,05	14,94	40,52	17,80	6,67	0,45	93,54	75,75	81,84	0,37	6
1	6	73,11	59,38	46,15	62,91	45,77	4,98	14,70	39,81	20,20	7,14	0,48	99,70	77,72	62,94	0,37	3
1	6	70,06	58,95	45,60	73,13	47,27	9,39	14,82	42,94	16,75	6,04	0,47	96,57	77,35	94,45	0,35	6
1	6	63,11	56,92	44,57	65,13	43,40	8,76	14,56	39,79	15,60	4,11	0,35	89,28	78,30	92,84	0,37	6

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	6	59,82	55,12	43,43	72,17	36,96	6,28	14,20	40,36	16,30	6,56	0,48	85,77	78,79	78,89	0,35	5
1	6	70,90	60,38	45,29	73,75	44,04	9,00	15,28	43,09	20,03	6,83	0,47	97,43	75,00	92,27	0,35	5
1	6	63,19	56,97	43,79	69,83	40,02	8,45	14,91	38,01	16,90	6,27	0,45	89,37	76,86	91,18	0,39	6
1	6	60,75	56,55	43,73	71,73	40,14	8,89	15,30	40,57	15,51	5,10	0,37	86,77	77,33	94,06	0,38	8
1	6	67,07	57,60	45,27	70,05	37,97	8,75		43,90	23,69	5,41	0,42	93,46	78,59	91,86		10
1	7	59,41	55,86	43,73	67,18	39,32	10,32	14,85	42,83	15,92	4,17	0,34	85,32	78,28	100,92	0,35	10
1	7	67,68	56,83	45,29	72,92	44,40	8,54	16,28	41,53	18,03	5,25	0,39	94,09	79,69	90,60	0,39	11
1	7	59,62	53,97	44,02	71,78	37,20	8,35	16,38	40,57	16,02	6,40	0,49	85,55	81,55	91,54	0,40	10
1	7	65,18	57,79	44,14	61,50	42,62	10,35	14,72	39,81	16,17	6,39	0,48	91,47	76,37	99,90	0,37	9
1	7	69,99	57,86	46,49	73,26	46,48	10,52	14,97	42,44	18,00	5,51	0,37	96,49	80,35	99,71	0,35	11
1	7	61,86	56,05	43,69	73,25	38,18	9,07	16,65	42,97	17,30	6,38	0,50	87,95	77,95	94,66	0,39	10
1	7	65,75	57,75	44,66	66,74	42,68	6,83	14,41	37,47	16,60	6,47	0,45	92,07	77,32	80,82	0,38	10
1	7	65,30	57,56	44,80	63,46	43,16	7,24	14,61	39,02	16,10	6,04	0,47	91,60	77,83	83,64	0,37	10
1	7	69,85	59,67	45,10	71,22	44,85	6,83	15,08	41,86	18,20	6,80	0,47	96,35	75,57	79,58	0,36	10
1	7	60,87	54,07	44,64	61,40	40,41	7,67			16,10	4,36	0,34	86,89	82,56	87,48		10
1	7	63,42	57,15	43,86	67,85	42,00	5,86	14,15	38,55	15,80	5,62	0,43	89,61	76,74	74,52	0,37	11
1	7	62,93	57,74	43,98	72,22	43,32	6,93	13,26	39,88	15,70	3,91	0,34	89,09	76,17	82,34	0,33	10
1	7	59,50	55,86	43,04	70,02	39,46	6,69	14,50	36,90	14,10	5,94	0,48	85,42	77,04	81,79	0,39	10
1	7	61,26	54,85	44,18	66,25	40,93	6,63	14,68	36,77	14,40	5,93	0,47	87,31	80,54	80,83	0,40	10
1	7	58,05	56,55	42,40	62,84	36,33	6,57	13,79	39,49	15,90	5,82	0,49	83,85	74,97	81,50	0,35	11

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albúmen; PA: peso de albúmen; AA: altura de albúmen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	7	67,35	60,06	44,14	70,58	43,47	7,22	14,13	40,75	17,10	6,78	0,46	93,75	73,49	82,92	0,35	9
1	7	54,86	55,87	41,84	61,59	36,60	7,63	12,60	37,79	13,60	4,66	0,39	80,37	74,88	88,90	0,33	10
1	7	57,81	53,51	43,61	69,52	38,17	6,00	13,02	37,07	13,40	6,24	0,48	83,59	81,49	77,61	0,35	8
1	7	62,67	55,81	44,91	74,71	39,09	5,83	14,50	41,06	18,50	5,08	0,42	88,82	80,47	74,59	0,35	11
1	7	63,39	57,17	43,68	69,85	40,02	6,35	14,44	41,67	16,90	6,47	0,47	89,58	76,39	78,20	0,35	9
1	7	59,88	53,98	44,10	65,12	38,96	4,76	14,93	38,98	15,20	5,72	0,46	85,83	81,70	66,58	0,38	9
1	7	62,87	56,13	44,47	74,68	39,79	6,03	15,22	41,07	17,10	5,98	0,43	89,03	79,22	76,02	0,37	12
1	7	73,09	58,00	52,37	80,15	46,95	5,05	16,22	42,74	18,90	7,24	0,46	99,68	90,28	63,61	0,38	11
1	7	68,47	58,79	44,97	64,85	44,87	5,05	14,30	41,01	17,20	6,40	0,44	94,92	76,48	65,60	0,35	11
1	8	64,43	59,64	43,59	69,73	42,97	5,32	16,21	40,11	16,42	5,04	0,34	90,68	73,09	69,72	0,40	9
1	8	50,28	49,81	42,32	68,01	33,61	9,62	14,10	39,97	12,45	4,22	0,40	75,28	84,95	99,87	0,35	9
1	8	68,94	58,66	45,20	75,46	45,70	9,51	14,92	42,11	16,87	6,37	0,46	95,40	77,05	95,27	0,35	10
1	8	68,11	56,67	46,47	74,61	44,20	7,14	15,62	37,94	17,30	6,61	0,48	94,54	82,00	82,15	0,41	11
1	8	62,76	55,57	44,60	70,95	42,59	4,16			14,00	6,17	0,48	88,91	80,25	59,02		9
1	8	65,57	58,69	44,84	79,60	43,55	6,30	15,01	39,56	16,30	5,72	0,39	91,88	76,40	77,15	0,38	13
1	8	62,59	57,49	43,68	78,03	41,77	14,46	16,82	42,55	15,18	5,64	0,40	88,73	75,98	115,23	0,40	11
1	8	67,15	58,50	44,51	72,48	40,51	7,23	16,70	44,95	20,03	6,61	0,47	93,54	76,09	83,01	0,37	12
1	8	59,70	56,00	43,03	71,48	37,10	8,39	16,56	41,46	16,42	6,18	0,49	85,64	76,84	91,76	0,40	12
1	8	68,99	57,42	45,48	77,33	44,47	9,06	15,38	41,54	17,03	7,49	0,50	95,46	79,21	93,03	0,37	12
1	8	62,41	57,90	43,94	76,49	40,66	7,15	15,60	41,56	15,39	6,36	0,46	88,54	75,89	83,91	0,38	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	8	62,71	56,24	43,89	71,90	40,98	9,28	16,19	40,97	15,59	6,14	0,46	88,86	78,04	95,49	0,40	12
1	8	75,90	61,28	47,20	80,66	51,45	9,16	17,18	43,28	17,37	7,08	0,45	102,55	77,02	92,01	0,40	12
1	8	59,30	54,92	44,26	74,22	39,04	8,27	16,85	42,02	15,52	4,74	0,40	85,21	80,58	91,20	0,40	12
1	8	67,70	59,00	44,95	87,08	41,57	6,88	16,74	43,59	19,58	6,55	0,45	94,11	76,19	80,54	0,38	13
1	8	58,40	56,91	42,20	71,09	35,67	7,02	16,71	41,69	16,51	6,22	0,45	84,23	74,14	84,28	0,40	12
1	8	66,10	59,12	44,36	75,71	39,56	7,49	17,23	44,16	19,61	6,93	0,48	92,44	75,03	84,94	0,39	12
1	8	55,00	53,59	42,80	61,25	34,34	8,36	16,10	42,14	15,70	4,96	0,42	80,53	79,87	92,77	0,38	12
1	8	60,10	56,55	42,99	83,91	39,44	8,43	15,21	40,95	14,88	5,78	0,43	86,07	76,01	91,87	0,37	12
1	8	56,80	56,10	42,21	71,99	35,32	7,44	15,86	40,51	15,66	5,82	0,47	82,50	75,23	87,29	0,39	12
1	8	56,30	56,32	41,73	77,51	34,16	6,70		41,76	16,78	5,36	0,40	81,95	74,09	82,91		11
1	8	65,10	58,84	44,14	80,00	41,76	7,38	15,42	41,25	16,51	6,83	0,46	91,39	75,01	84,54	0,37	13
1	8	59,00	58,61	42,80	64,47	36,25	8,31	16,95	43,19	17,80	4,95	0,41	84,88	73,03	91,49	0,39	12
1	8	63,00	57,81	44,17	68,95	38,91	10,16	13,94	43,16	19,33	4,76	0,38	89,17	76,40	99,48	0,32	11
1	9	60,70	56,00	44,13	63,76	38,95	7,34	14,44	40,08	16,70	5,05	0,39	86,71	78,80	85,54	0,36	11
1	9	65,70	58,04	45,04	75,70	41,55	6,63	15,23	39,83	18,40	5,75	0,40	92,02	77,59	79,47	0,38	13
1	9	59,50	55,82	43,36	67,41	41,11	4,98			12,12	6,27	0,48	85,42	77,67	68,71		13
1	9	65,40	59,66	44,01	66,85	42,78	5,65	13,71	40,77	17,30	5,32	0,41	91,70	73,76	72,15	0,34	13
1	9	71,80	59,50	45,90	76,18	43,62	5,43	16,67	42,75	20,90	7,28	0,48	98,36	77,14	67,81	0,39	12
1	9	60,60	55,77	43,73	70,74	38,38	4,90	15,75	37,64	15,70	6,52	0,49	86,60	78,41	67,56	0,42	13
1	9	63,70	57,53	44,28	68,67	40,74	4,52	12,17	39,38	16,80	6,16	0,45	89,91	76,96	62,41	0,31	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	9	60,50	56,23	43,61	74,80	37,63	6,79	15,21	38,30	16,10	6,77	0,49	86,50	77,56	82,17	0,40	11
1	9	64,00	56,55	45,03	65,01	41,58	7,00	14,37	40,10	16,40	6,02	0,45	90,23	79,62	82,44	0,36	12
1	9	63,00	58,84	43,22	71,46	38,61	4,71			18,30	6,09	0,45	89,17	73,44	64,70		13
1	9	59,20	55,77	43,14	76,43	38,03	5,08	15,04	37,43	14,40	6,77	0,51	85,10	77,35	69,77	0,40	13
1	9	62,90	54,93	45,23	66,03	42,85	6,69	13,72	37,29	15,50	4,55	0,35	89,06	82,33	80,76	0,37	12
1	9	66,29	58,71	44,55	71,91	42,74	4,22	14,71	40,05	16,90	6,65	0,48	92,64	75,87	57,93	0,37	13
1	9	64,29	57,30	44,38	72,00	40,88	5,03	14,76	39,72	17,10	6,31	0,48	90,53	77,44	67,13	0,37	13
1	9	62,63	56,56	44,31	73,05	39,60	5,91	14,97	39,25	17,10	5,93	0,44	88,77	78,33	75,23	0,38	13
1	9	66,80	59,47	44,50	76,08	44,12	5,02	14,47	37,52	16,00	6,68	0,47	93,17	74,83	65,98	0,39	12
1	9	66,00	58,68	44,27	77,02	42,56	8,14	15,68	42,77	16,85	6,59	0,45	92,33	75,43	88,81	0,37	13
1	9	75,00	45,94	46,11	81,16	49,70	8,20	17,67	41,56	18,13	7,17	0,46	101,63	100,36	86,93	0,43	12
1	9	53,00	54,14	41,96	70,47	34,37	6,20	15,92	39,13	14,60	4,03	0,37	78,32	77,49	80,71	0,41	12
1	9	64,60	59,30	43,77	80,17	40,40	7,50	16,51	40,97	17,49	6,71	0,48	90,86	73,81	85,41	0,40	14
1	9	74,80	60,35	47,40	74,73	51,22	8,20	16,72	41,54	16,35	7,23	0,49	101,43	78,53	86,95	0,40	13
1	9	62,40	58,58	43,66	75,03	39,99	8,32	14,86	43,52	17,51	4,90	0,41	88,53	74,53	90,68	0,34	14
1	9	58,30	55,64	43,31	78,25	36,64	9,23	16,53	42,93	17,91	3,75	0,33	84,13	77,83	96,25	0,39	13
1	9	68,00	57,41	45,62	71,81	43,00	9,09	16,09	43,02	17,98	7,02	0,47	94,43	79,45	93,40	0,37	14
1	10	68,80	59,47	45,44	83,57	44,16	7,92	17,14	42,23	19,24	5,40	0,38	95,26	76,41	86,84	0,41	13
1	10	70,80	60,66	45,78	69,85	39,23	8,68		43,20	25,21	6,37	0,40	97,33	75,46	90,62		13
1	10	70,70	57,13	46,78	74,58	47,13	8,19	16,20	41,93	17,22	6,35	0,43	97,23	81,88	87,92	0,39	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	10	74,50	60,83	47,04	79,62	51,90	8,96	16,65	41,22	17,71	4,89	0,34	101,12	77,32	91,26	0,40	13
1	10	58,70	56,33	42,94	71,18	38,70	8,67	15,78	42,00	16,26	3,74	0,32	84,56	76,22	93,45	0,38	14
1	10	52,10	51,67	42,02	67,37	31,99	8,62	16,49	39,86	14,36	5,75	0,48	77,32	81,32	94,84	0,41	14
1	10	68,00	58,40	45,57	71,21	44,97	10,41	16,27	42,90	16,69	6,34	0,45	94,43	78,03	99,59	0,38	14
1	10	66,60	57,50	45,04	80,22	42,31	8,23	15,75	41,08	16,96	7,33	0,50	92,96	78,32	89,17	0,38	14
1	10	60,50	56,21	43,55	73,36	37,46	6,80	16,34	40,68	17,00	6,04	0,45	86,50	77,47	82,24	0,40	14
1	10	66,10	56,46	45,32	67,82	40,87	6,55			18,85	6,38	0,46	92,44	80,26	78,74		14
1	10	67,20	58,08	44,63	69,85	42,54	9,13	17,36	42,31	19,01	5,65	0,43	93,59	76,83	93,75	0,41	13
1	10	64,60	60,09	43,36	86,51	40,33	7,12	18,18	42,68	17,82	6,45	0,48	90,86	72,16	83,07	0,43	13
1	10	64,90	57,44	44,75							6,31	0,46	91,18	77,91			13
1	10	67,40	61,09	43,78	73,94	43,49	5,10	16,74	39,34	16,99	6,92	0,51	93,80	71,66	66,48	0,43	13
1	10	63,90	59,69	43,42	84,09	39,59	7,18	17,51	39,89	17,94	6,37	0,46	90,12	72,73	83,66	0,44	13
1	10	71,60	59,57	46,08	73,96	45,80	6,72	13,60	41,16	18,60	7,20	0,45	98,15	77,35	78,28	0,33	13
1	10	60,00	56,34	43,19	74,15	37,80	5,68	12,92	39,58	15,60	6,60	0,50	85,96	76,66	74,36	0,33	14
1	10	56,20	54,81	42,76	68,42	38,00	4,19	13,23	42,26	14,10	4,10	0,35	81,84	78,01	62,70	0,31	13
1	10	59,90	56,10	43,40	70,83	37,09	4,18	14,97	37,29	16,20	6,61	0,49	85,85	77,36	60,76	0,40	12
1	10	63,80	55,04	45,21	70,75	40,78	4,82	14,13	40,40	16,80	6,22	0,48	90,01	82,13	65,36	0,35	6
1	10	63,40	57,57	43,89	75,91	42,38	5,20	13,54	38,45	14,60	6,42	0,48	89,59	76,23	69,08	0,35	4
1	10	58,90	55,66	42,97	75,16	38,12	4,96	13,13	37,99	14,50	6,28	0,48	84,77	77,19	68,84	0,35	3
1	10	66,20	57,30	44,93	74,61	41,60	4,26	14,76	38,53	17,90	6,70	0,47	92,54	78,40	58,43	0,38	5

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
1	10	62,40	59,37	42,94	67,48	38,64	6,65	15,01	39,28	17,70	6,06	0,46	88,53	72,33	80,61	0,38	4
2	1	63,70	57,02	44,20	72,10	40,64	6,97	15,14	40,62	16,10	6,96	0,56	89,91	77,52	82,34	0,37	3
2	1	61,80	56,74	43,74	78,28	39,62	6,75	15,89	40,17	15,90	6,28	0,47	87,89	77,08	81,50	0,40	5
2	1	62,90	57,02	44,47	86,67	39,24	4,73	16,09	42,34	17,90	5,76	0,49	89,06	77,99	64,89	0,38	5
2	1	60,80	55,57	43,59	89,23	37,28	4,86	15,16	42,07	16,80	6,72	0,50	86,82	78,43	67,11	0,36	4
2	1	69,50	61,45	44,54	80,51	45,91	7,17	16,26	42,91	18,50	5,09	0,44	95,99	72,48	81,98	0,38	4
2	1	62,10	58,15	43,76	106,52	40,49	3,98	15,45	41,67	15,90	5,71	0,48	88,21	75,25	57,32	0,37	5
2	1	58,20	52,76	44,28	87,05	38,14	5,42	13,35	40,97	14,60	5,46	0,43	84,02	83,92	73,02	0,33	4
2	1	66,10	57,41	45,10	84,22	40,87	6,07	14,93	42,90	18,40	6,83	0,50	92,44	78,55	75,20	0,35	4
2	1	57,40	56,35	42,46	82,39	39,99	4,23	15,79	42,96	11,48	5,94	0,50	83,15	75,34	62,56	0,37	3
2	1	62,10	58,05	43,75	92,74	38,51	5,61	16,11	42,56	18,10	5,49	0,42	88,21	75,36	73,02	0,38	4
2	1	67,90	58,65	45,04	97,43	40,86	4,07	16,53	43,74	19,70	7,34	0,56	94,32	76,79	55,32	0,38	5
2	1	60,70	56,22	43,92	77,15	37,12	5,37	15,07	41,46	16,90	6,68	0,52	86,71	78,12	71,59	0,36	5
2	1	55,50	55,05	42,79	75,08	36,50	6,47	15,75	37,67	14,70	4,30	0,43	81,07	77,73	81,63	0,42	3
2	1	54,80	57,51	41,66	80,29	33,60	5,76	14,06	43,32	17,30	3,90	0,38	80,31	72,44	76,95	0,32	5
2	1	68,40	58,88	45,07	87,81		5,42				6,91	0,49	94,84	76,55	69,00		5
2	1	62,40	54,72	42,59	73,84		7,54		41,11		6,30	0,49	88,53	77,83	86,29		5
2	1	67,80	57,89	46,20	79,61	42,48	5,85	16,98	43,77	18,50	6,82	0,49	94,22	79,81	72,87	0,39	3
2	1	64,80	56,25	42,83	94,12		7,25		41,11		5,83	0,43	91,07	76,13	83,81		4
2	1	56,40	57,23	44,79	112,13	35,44	3,78	14,16	42,55	16,30	4,66	0,40	82,06	78,26	58,17	0,33	2

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	1	69,30	57,40	44,73	116,63	48,24	3,71	15,68	41,04	16,10	4,96	0,40	95,78	77,93	49,81	0,38	9
2	1	57,30	57,89	43,66	83,68	37,05	5,37	17,05	41,31	16,00	4,25	0,41	83,04	75,41	72,98	0,41	11
2	1	62,40	57,18	44,72	80,62	42,04	5,80	15,26	42,86	16,20	4,16	0,37	88,53	78,20	74,42	0,36	10
2	1	64,00	57,65	44,49	77,88		4,90		42,63		6,57	0,46	90,23	77,16	66,04		10
2	1	61,00	57,76	43,25	98,50	37,39	4,46	14,32	44,09	17,30	6,31	0,48	87,03	74,88	63,09	0,32	9
2	2	56,70	57,65	41,34	84,27	34,85	5,08	14,48	40,58	16,20	5,65	0,44	82,39	71,71	70,77	0,36	11
2	2	59,90	56,03	43,38	80,08		5,74		41,51		6,52	0,49	85,85	77,41	74,91		9
2	2	57,60	53,61	43,47	104,93	34,11	4,69	15,81	40,88	17,00	6,49	0,49	83,37	81,08	66,96	0,39	10
2	2	55,00	53,93	42,98	79,12	35,58	5,75	14,93	40,28	15,00	4,42	0,42	80,53	79,70	76,80	0,37	10
2	2	60,50	56,21	43,39	93,92	37,74	3,94	15,24	42,37	16,50	6,26	0,47	86,50	77,18	57,73	0,36	11
2	2	65,30	58,45	44,82	72,81	39,58	5,95	13,88	44,04	19,30	6,42	0,48	91,60	76,67	74,59	0,32	11
2	2	63,96	59,85	43,98	97,75		5,66		46,18		6,67	0,48	90,18	73,48	72,77		11
2	2	61,89	58,64	43,19	99,56		3,81				6,59	0,47	87,98	73,64	55,48		11
2	2	74,34	57,99	48,34	85,73	52,65	6,55	14,03	40,83	15,10	6,59	0,44	100,96	83,35	76,14	0,34	10
2	2	63,96	56,14	44,60	90,13		5,36				6,35	0,48	90,18	79,44	70,26		9
2	2	54,25	54,90	42,04	83,12	34,52	4,72	13,73	41,71	15,10	4,63	0,39	79,70	76,57	68,75	0,33	9
2	2	63,25	58,82	43,94	85,31	38,91	5,09	16,24	43,36	18,90	5,44	0,41	89,43	74,69	68,12	0,37	11
2	2	61,90	57,60	43,84	97,43	39,46	4,19	15,60	40,62	16,80	5,64	0,44	87,99	76,10	59,85	0,38	9
2	2	59,60	57,26	42,88	98,10	36,19	4,66	15,68	40,70	17,20	6,21	0,46	85,53	74,88	65,71	0,39	9
2	2	59,30	56,17	43,59	104,74	38,99	3,68	15,03	41,54	15,00	5,31	0,43	85,21	77,59	55,39	0,36	10

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	2	55,50	55,34	42,39	86,36	34,76	4,00	10,36	43,53	16,50	4,24	0,36	81,07	76,59	61,14	0,24	9
2	2	65,00	58,85	44,03	93,47	40,10	4,31	15,06	42,56	18,10	6,80	0,45	91,28	74,81	59,60	0,35	9
2	2	54,30	54,91	41,92	72,91	34,48	6,78	13,37	41,28	15,80	4,02	0,38	79,76	76,33	84,06	0,32	8
2	2	57,80	54,72	43,63	84,93	35,46	5,70	15,40	42,39	17,60	4,74	0,37	83,58	79,72	75,34	0,36	10
2	2	54,40	55,10	41,92	72,91	33,49	7,00	14,13	39,80	15,30	5,61	0,45	79,87	76,07	85,35	0,36	11
2	2	61,60	60,27	43,16	95,83	41,35	3,67	14,49	41,47	15,40	4,85	0,35	87,67	71,60	53,92	0,35	11
2	2	63,80	58,24	43,92	100,23	39,43	4,37	14,24	42,76	17,90	6,47	0,46	90,01	75,41	60,84	0,33	12
2	2	62,50	55,48	45,37	87,46	38,16	4,92	13,81	46,29	19,40	4,94	0,36	88,63	81,77	66,88	0,30	11
2	2	60,90	58,62	43,26	82,97	38,98	5,70	15,11	43,73	17,20	4,72	0,36	86,93	73,80	74,23	0,35	12
2	3	62,50	57,77	43,84	99,42	37,79	4,90	16,04	42,40	18,40	6,31	0,45	88,63	75,89	66,74	0,38	11
2	3	61,30	58,97	43,47	79,07	38,52	5,97	17,34	43,25	18,10	4,68	0,36	87,35	73,72	76,16	0,40	12
2	3	66,60	58,54	44,68	83,23	42,29	4,22	15,66	41,38	17,10	7,21	0,50	92,96	76,32	57,78	0,38	12
2	3	62,70	54,79	44,84	68,40	40,35	3,31	14,03	41,67	15,85	6,50	0,46	88,85	81,84	48,35	0,34	13
2	3	67,20	60,75	44,49	98,50	45,31	3,88		41,10	15,63	6,26	0,45	93,59	73,23	53,28		12
2	3	60,70	56,98	43,02	112,32	36,89	4,08	16,42	38,80	17,21	6,60	0,48	86,71	75,49	59,20	0,42	12
2	3	55,50	53,32	42,91	81,33	35,48	4,23	13,48	40,00	14,16	5,86	0,52	81,07	80,47	63,46	0,34	11
2	3	70,40	59,55	45,53	103,28	46,26	3,84	14,10	41,35	17,24	6,90	0,51	96,92	76,46	50,93	0,34	11
2	3	66,40	59,30	44,63	101,15	43,54	4,67	14,76	41,79	16,66	6,20	0,46	92,75	75,25	62,75	0,35	9
2	3	61,00	55,21	44,27	90,68	38,46	3,16	14,77	39,83	16,63	5,91	0,51	87,03	80,18	47,34	0,37	11
2	3	58,10	57,36	41,87	90,35	38,86	4,44			12,56	6,69	0,59	83,91	72,99	64,33		11

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	3	60,20	57,85	42,58	106,02	40,47	3,82			13,59	6,15	0,49	86,17	73,60	56,55		9
2	3	61,36	57,61	44,13	90,63	40,55	5,45			16,50	4,31	0,37	87,42	76,59	71,99		11
2	3	67,55	60,86	44,44	78,79	44,83	2,06	11,72	40,31	15,50	7,22	0,51	93,96	73,01	19,73	0,29	11
2	3	66,89	58,19	44,87	87,86	40,30	1,84	14,19	44,00	19,08	7,51	0,52	93,27	77,10	14,28	0,32	10
2	3	58,11	42,39	42,48	92,99	34,98	2,20	12,74	40,59	16,70	6,43	0,52	83,92	100,20	33,30	0,31	11
2	3	63,50	58,55	44,39	94,61	41,36	4,44			16,16	5,99	0,47	89,70	75,82	61,68		12
2	3	55,65	53,47	42,95	83,82	34,51	5,56	13,71	39,70	15,55	5,59	0,48	81,24	80,32	75,12	0,35	12
2	3	55,23	55,36	42,14	76,40	34,46	3,09	12,22	41,20	15,12	5,65	0,47	80,78	76,11	50,31	0,30	12
2	3	59,74	56,56	42,90	135,60	39,13	4,37	14,20	38,19	14,66	5,95	0,47	85,68	75,84	62,78	0,37	12
2	3	62,71	58,94	45,29	93,51	43,57	6,05	14,49	37,44	14,77	4,37	0,36	88,86	76,84	76,22	0,39	12
2	3	58,76	56,33	43,37	51,63	37,40	5,19	14,37	40,77	16,66	4,70	0,41	84,62	76,99	70,89	0,35	13
2	3	57,49	55,36	42,92	89,90	36,32	4,63	12,67	41,58	15,51	5,66	0,49	83,25	77,53	66,45	0,30	13
2	3	70,04	60,85	45,33	82,52	46,00	5,73	14,02	38,03	17,77	6,27	0,48	96,54	74,49	71,06	0,37	13
2	4	64,75	56,38	45,14	80,14	40,47	6,22			17,59	6,69	0,50	91,02	80,06	76,83		12
2	4	62,99	56,14	45,07	78,06	40,02	4,59	15,04	42,37	18,08	4,89	0,44	89,16	80,28	63,51	0,35	13
2	4	61,98	60,79	43,04	73,23	40,24	5,25	14,97	38,96	16,82	4,92	0,45	88,08	70,79	70,10	0,38	13
2	4	63,83	59,07	44,21	80,36	38,44	7,18			19,26	6,14	0,48	90,05	74,84	83,65		13
2	4	62,75	60,01	43,74	97,72	39,63	6,55	15,58	44,64	17,95	5,17	0,45	88,90	72,89	79,85	0,35	13
2	4	76,29	61,37	47,54	105,56	50,85	5,26	14,64	42,03	18,49	6,95	0,49	102,94	77,46	64,37	0,35	14
2	4	70,99	57,39	43,34	134,91	47,84	3,45	13,54	41,17	16,61	6,54	0,47	97,53	75,51	45,03	0,33	14

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	4	55,49	52,67	43,43	84,81	34,93	5,47	15,78	36,46	15,33	5,23	0,47	81,06	82,45	74,45	0,43	13
2	4	58,36	57,27	43,44	85,94	37,87	6,41	16,70	39,77	16,44	4,05	0,34	84,19	75,85	80,32	0,42	13
2	4	66,94	60,50	44,43	66,60	41,27	4,79	13,86	39,57	18,80	6,87	0,51	93,32	73,44	63,72	0,35	12
2	4	67,61	58,91	45,19	125,46	42,07	4,05	16,31	40,50	18,21	7,33	0,52	94,02	76,71	55,17	0,40	13
2	4	66,43	58,29	45,10	77,94	42,93	5,15	13,16	40,62	18,06	5,44	0,44	92,79	77,36	67,35	0,32	13
2	4	58,00	54,29	44,00	75,43	37,05	7,58	14,50	37,17	16,29	4,66	0,42	83,80	81,04	87,73	0,39	13
2	4	64,41	58,29	44,25	72,13	39,55	5,50	16,17	41,76	18,33	6,53	0,48	90,66	75,91	71,27	0,39	13
2	4	66,84	61,11	43,76	87,08	41,13	4,85		40,46	18,44	7,27	0,50	93,22	71,61	64,31		12
2	4	60,28	56,09	43,79	116,86	37,72	5,23	14,69	41,96	16,58	5,98	0,48	86,26	78,06	70,62	0,35	12
2	4	61,77	55,81	44,41	87,61	41,07	5,62	14,31	39,75	14,92	5,78	0,44	87,86	79,56	73,22	0,36	13
2	4	63,01	56,79	44,21	101,38	40,11	4,45	15,66	41,63	16,69	6,21	0,48	89,18	77,84	62,07	0,38	13
2	4	66,10	59,00	44,61	93,14	41,63	2,90	15,27	42,46	17,84	6,63	0,49	92,44	75,61	39,53	0,36	13
2	4	66,40	59,25	44,47	95,14	41,28	3,10	12,87	43,07	18,69	6,43	0,47	92,75	75,05	42,67	0,30	13
2	4	50,10	53,41	41,86	86,26	33,06	3,58	13,41	38,94	13,96	3,08	0,30	75,08	78,37	59,61	0,34	12
2	4	58,90	54,41	43,66	86,62	36,26	2,99		42,67	16,38	6,26	0,49	84,77	80,23	46,31		13
2	4	61,90	57,85	43,91	97,40	36,82	2,61			18,71	6,37	0,48	87,99	75,90	37,69		13
2	4	59,90	56,23	43,60	80,62	37,68	2,98	15,38	40,50	16,22	6,00	0,47	85,85	77,53	45,51	0,38	13
2	5	66,60	57,50	45,31	100,65	43,58	3,36			16,32	6,71	0,48	92,96	78,80	46,50		13
2	5	66,20	58,55	44,71	94,93	43,20	3,36			16,19	6,82	0,49	92,54	76,36	46,76		12
2	5	66,30	59,78	44,56	93,14	41,47	5,22			18,04	6,79	0,48	92,65	74,54	68,08		14

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	5	55,50	55,34	41,92	72,30	32,88	2,64	14,84	42,72	16,34	6,28	0,47	81,07	75,74	43,48	0,35	14
2	5	60,80	53,94	44,71	79,71	37,54	4,74	14,97	42,48	17,86	5,40	0,43	86,82	82,88	65,98	0,35	13
2	5	65,40	60,22	45,56	81,58	44,44	5,19	12,25	40,31	17,18	3,78	0,32	91,70	75,66	68,13	0,30	15
2	5	57,40	56,55	42,43	90,43	35,24	3,88	14,83	41,15	16,41	5,75	0,43	83,15	75,03	58,74	0,36	13
2	5	60,20	57,19	43,59	84,08	39,22	3,37	13,71	40,98	15,60	5,38	0,43	86,17	76,21	50,81	0,33	13
2	5	63,80	55,27	44,98	83,06	40,45	4,33	16,47	39,36	16,57	6,78	0,51	90,01	81,38	60,36	0,42	13
2	5	71,30	60,21	45,56	87,77	44,38	3,11			20,25	6,68	0,46	97,85	75,67	39,13		14
2	5	62,80	58,58	43,16	94,70	37,94	3,72	11,50	40,68	18,20	6,66	0,50	88,95	73,67	53,78	0,28	14
2	5	65,60	57,89	44,53	89,87	41,32	4,88			18,40	5,88	0,43	91,91	76,91	65,15		14
2	5	61,20	55,68	44,19	92,36	39,27	2,93	16,50	39,97	15,87	6,06	0,44	87,25	79,36	43,69	0,41	13
2	5	59,50	55,70	43,64	90,06	38,89	4,30	14,39	38,51	14,73	5,88	0,48	85,42	78,34	62,18	0,37	13
2	5	61,80	56,43	44,97	84,98	39,48	4,63	14,88	40,81	17,52	4,80	0,40	87,89	79,68	64,46	0,36	12
2	5	62,70	59,07	42,76	95,41	37,86	4,38			18,24	6,60	0,48	88,85	72,38	61,43		13
2	5	69,00	58,76	45,86	98,04	38,86	6,01	15,32	47,43	24,29	5,85	0,44	95,47	78,05	73,77	0,32	11
2	5	57,60	56,93	43,25	94,40	38,71	4,68	14,53	40,50	15,74	3,15	0,31	83,37	75,96	66,82	0,36	12
2	5	64,80	56,76	45,25	88,22	39,24	4,29	11,62	44,67	18,87	6,69	0,49	91,07	79,71	59,48	0,26	13
2	5	64,50	57,55	44,31	106,43	41,14	4,13	14,06	42,15	16,85	6,51	0,47	90,75	76,99	57,77	0,33	5
2	5	56,00	54,85	42,67	91,26	36,46	3,43			13,65	5,89	0,47	81,62	77,79	54,24		3
2	5	58,70	55,83	43,62	92,18	40,71	5,54			12,40	5,60	0,44	84,56	78,12	73,79		4
2	5	64,10	56,74	44,95	94,14	41,39	5,49			16,50	6,21	0,47	90,33	79,22	71,31		4

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, G	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	5	58,70	56,00	43,01	94,51	36,30	4,97	14,37	41,71	15,99	6,41	0,47	84,56	76,79	69,01	0,34	4
2	6	64,88	57,26	44,39	87,11	40,81	5,89	15,19	43,03	17,42	6,65	0,45	91,16	77,52	74,23	0,35	4
2	6	59,48	55,63	43,68	82,83	35,91	5,16	15,80	41,75	17,70	5,87	0,47	85,40	78,51	70,30	0,38	3
2	6	58,01	52,89	43,49	81,49	36,03	5,14	14,24	40,15	16,14	5,84	0,46	83,81	82,23	70,78	0,35	5
2	6	65,01	57,56	45,16	69,29	41,44	5,12		43,30	19,00	4,57	0,40	91,29	78,46	67,66		5
2	6	62,05	55,42	44,09	76,13	36,79	4,54	15,26	44,08	18,35	6,91	0,52	88,15	79,55	63,45	0,35	5
2	6	62,98	58,12	43,72	67,42	41,89	7,93	15,63	43,04	15,95	5,14	0,43	89,14	75,22	88,40	0,36	4
2	6	68,35	61,39	44,67	78,33	45,10	7,45	15,10	44,28	18,40	4,85	0,35	94,79	72,76	84,10	0,34	5
2	6	62,07	56,08	44,39	78,71	38,42	5,15	16,38	43,05	17,44	6,21	0,47	88,18	79,15	69,14	0,38	5
2	6	61,80	58,12	43,42	89,17	35,93	3,87	15,31	43,37	19,73	6,14	0,45	87,89	74,70	56,19	0,35	3
2	6	66,40	56,75	44,93	97,50	41,31	4,31	16,02	40,47	18,00	7,09	0,48	92,75	79,17	58,84	0,40	5
2	6	61,43	56,39	43,39	94,95	38,85	5,74	14,92	40,29	15,85	6,73	0,49	87,49	76,95	74,34	0,37	4
2	6	56,32	59,89	42,78	82,69	33,95	4,69	16,58	41,55	16,53	5,84	0,44	81,97	71,43	67,54	0,40	5
2	6	54,72	54,17	42,33	75,45	36,63	5,58	14,66	39,29	13,04	5,05	0,44	80,22	78,13	75,59	0,37	5
2	6	53,25	55,99	41,49	74,55	34,06	5,31	14,22	41,77	15,57	3,62	0,33	78,59	74,10	74,12	0,34	4
2	6	60,48	57,07	42,68	79,48		5,92	14,54	43,16		5,99	0,47	86,48	74,78	76,03	0,34	5
2	6	62,75	58,43	42,92	75,36	37,15	7,74		42,71	19,40	6,20	0,44	88,90	73,46	87,35	0,00	4
2	6	57,96	57,06	41,99	80,61	37,64	7,01	14,41	40,87	14,67	5,65	0,46	83,76	73,59	84,32	0,35	4
2	6	62,92	56,51	43,73	81,17	38,20	6,11	14,62	44,97	19,20	5,52	0,47	89,08	77,38	76,64	0,33	4
2	6	64,98	57,56	44,83	96,19	40,86	2,94	18,36	44,60	19,20	4,92	0,35	91,26	77,88	41,08	0,41	4

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, G	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	6	68,77	58,38	45,07	112,61	46,30	5,38	15,14	41,17	16,47	6,00	0,48	95,23	77,19	68,54	0,37	9
2	6	61,15	58,87	43,07	81,98	40,57	5,13	15,22	41,07	16,20	4,38	0,38	87,19	73,16	69,35	0,37	8
2	6	58,29	55,09	42,82	67,68	35,78	3,20	15,49	41,53	16,54	5,97	0,47	84,11	77,73	49,75	0,37	8
2	6	64,25	56,19	45,25	93,59	41,23	5,68	14,40	42,31	16,90	6,12	0,46	90,49	80,53	72,78	0,34	10
2	6	60,20	57,17	43,66	83,09	37,78	3,20	15,20	42,79	17,69	4,73	0,41	86,17	76,37	48,53	0,36	10
2	7	71,04	61,31	45,07	100,88	45,07	4,46	15,31	43,50	19,80	6,17	0,47	97,58	73,50	58,24	0,35	8
2	7	65,22	57,37	45,07	93,54	42,02	5,47		42,15	16,60	6,60	14,97	91,51	78,55	70,67		10
2	7	69,50	59,27	45,59	98,45	41,55	4,55	14,23	43,46	22,03	5,92	0,43	95,99	76,91	59,98	0,33	9
2	7	63,15	56,34	43,84	100,29	38,86	5,30	17,90	42,36	17,78	6,51	0,46	89,33	77,80	70,06	0,42	7
2	7	53,05	51,92	42,91	75,70	34,81	6,02	14,88	39,94	14,60	3,64	0,33	78,37	82,65	79,42	0,37	9
2	7	58,89	54,51	43,94	83,73	36,63	6,26	16,48	41,33	16,10	6,16	0,49	84,76	80,61	79,10	0,40	11
2	7	63,31	57,73	43,59	88,88	40,00	5,03	15,89	42,99	16,75	6,56	0,48	89,50	75,51	67,55	0,37	11
2	7	64,60	58,43	45,07	82,48	43,68	6,68	15,17	42,06	16,03	4,89	0,39	90,86	77,14	80,16	0,36	9
2	7	58,94	57,14	43,08	75,32	36,81	3,25	14,80	39,55	15,90	6,23	0,47	84,82	75,39	50,00	0,37	9
2	7	58,43	59,06	42,26	75,34	38,15	6,35	14,52	40,83	14,50	5,78	0,42	84,27	71,55	79,85	0,36	10
2	7	56,53	55,49	42,92	91,25	36,92	4,06	14,26	40,79	13,99	5,62	0,49	82,20	77,34	61,23	0,35	10
2	7	66,32	58,15	45,06	80,63	44,00	4,80	14,54	42,56	15,90	6,42	0,44	92,67	77,49	64,10	0,34	9
2	7	71,39	59,77	46,49	81,80	43,48	4,89	15,60	43,56	20,60	7,31	0,50	97,94	77,78	62,72	0,36	10
2	7	55,19	54,57	42,87	107,98	35,26	4,20	15,12	41,12	14,79	5,14	0,46	80,73	78,55	63,32	0,37	9
2	7	63,39	58,91	44,57	68,91	42,13	5,82	15,21	41,25	16,10	5,16	0,40	89,58	75,66	74,26	0,37	10

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	7	67,27	58,49	45,59	76,31	41,80	7,89	15,26	44,35	18,40	7,07	0,49	93,66	77,94	87,03	0,34	9
2	7	57,87	54,52	43,54	75,61	39,06	5,67	14,63	39,63	13,50	5,31	0,37	83,66	79,86	75,09	0,37	11
2	7	64,71	57,96	44,47	97,35	40,71	5,04	14,98	44,90	17,39	6,61	0,44	90,98	76,73	67,05	0,33	10
2	7	69,84	61,27	45,26	91,96	45,95	4,56	15,98	42,43	17,70	6,19	0,46	96,34	73,87	59,99	0,38	11
2	7	63,20	60,17	43,91	92,09	40,62	5,26	15,10	42,37	17,45	5,13	0,41	89,38	72,98	69,69	0,36	11
2	7	55,78	54,95	42,00	64,97	35,49	8,31	15,69	40,06	14,57	5,72	0,47	81,38	76,42	92,34	0,39	12
2	7	62,59	56,70	43,82	96,85		5,10				6,22	0,46	88,73	77,28	68,48		12
2	7	68,14	57,21	45,73	90,74	44,87	4,03	16,73	39,68	16,50	6,77	0,48	94,57	79,92	54,70	0,42	11
2	7	58,57	57,27	42,64	100,60	37,49	4,87	15,83	39,29	15,34	5,74	0,41	84,42	74,45	68,17	0,40	11
2	8	60,37	57,55	43,91	72,19		3,20		41,27		5,48	0,43	86,36	76,30	48,35		12
2	8	63,66	56,20	44,58	81,89	40,48	4,86	16,04	38,62	15,92	7,26	0,51	89,87	79,32	65,81	0,42	10
2	8	61,99	59,89	42,94	99,46	39,62	5,05	14,42	46,21	17,43	4,94	0,38	88,09	71,70	68,28	0,31	13
2	8	61,20	57,59	43,36	78,85	37,36	3,66	17,30	39,95	17,29	6,55	0,49	87,25	75,28	54,03	0,43	11
2	8	64,71	56,21	44,66	86,42	42,13	5,69	15,61	40,14	15,80	6,78	0,48	90,98	79,44	72,69	0,39	12
2	8	72,13	58,86	46,27	117,80	47,79	5,09	16,67	42,96	17,84	6,50	0,47	98,70	78,61	64,41	0,39	12
2	8	60,76	57,35	43,89	82,82	37,83	4,48	16,43	42,32	17,60	5,33	0,42	86,78	76,52	63,45	0,39	11
2	8	57,44	53,93	43,22	90,38	37,71	5,40	15,05	42,11	15,24	4,49	0,36	83,19	80,13	73,16	0,36	12
2	8	75,96	62,14	46,33	114,75	51,54	4,47	15,71	41,38	17,10	7,32	0,48	102,61	74,55	56,01	0,38	12
2	8	64,07	58,68	43,90	92,30	40,22	4,00	17,04	41,04	17,67	6,18	0,46	90,30	74,80	56,54	0,42	11
2	8	56,29	56,67	41,62	69,29	33,95	5,34	16,22	38,84	16,01	6,33	0,50	81,94	73,43	73,10	0,42	11

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, G	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	8	61,12	58,04	43,04	83,40	37,58	5,28	16,15	42,34	17,56	5,98	0,47	87,16	74,15	70,66	0,38	11
2	8	62,50	56,56	45,02	88,46	37,96	4,24	18,70	42,20	19,92	4,62	0,37	88,63	79,59	60,09	0,44	11
2	8	65,20	58,78	44,60	95,20	39,35	4,66	15,77	42,05	19,40	6,45	0,49	91,49	75,88	63,15	0,38	12
2	8	68,20	59,55	45,24	79,43	43,54	4,61	15,29	39,88	17,95	6,71	0,47	94,64	75,96	61,29	0,38	12
2	8	66,20	58,20	45,44	82,70	39,37	6,11	15,19	44,63	20,60	6,23	0,47	92,54	78,07	75,51	0,34	10
2	8	70,80	59,85	45,74	94,55	44,46	5,51	15,39	41,79	18,99	7,35	0,50	97,33	76,42	68,87	0,37	12
2	8	51,00	54,16	41,12	72,85	30,35	4,98	13,43	41,28	15,30	5,35	0,44	76,09	75,91	72,37	0,33	12
2	8	61,20	57,54	44,18	80,61	39,13	6,33	15,64	39,35	17,57	4,50	0,37	87,25	76,77	78,78	0,40	13
2	8	66,40	58,68	45,14	82,04	41,10	4,10	14,83	42,11	18,30	7,00	0,51	92,75	76,92	56,42	0,35	13
2	8	67,20	60,85	44,56	70,50	44,15	5,68			17,03	6,02	0,42	93,59	73,22	71,69		13
2	8	62,60	56,21	44,43	87,61	41,45	5,45	14,86	40,44	15,00	6,15	0,43	88,74	79,04	71,51	0,37	13
2	8	56,80	55,72	42,82	71,11	37,16	6,00	15,58	38,61	15,66	3,98	0,32	82,50	76,85	77,97	0,40	13
2	8	58,60	55,77	43,80	89,41		5,31		42,11		5,87	0,47	84,45	78,53	71,97		12
2	9	65,10	56,98	45,09	83,28	41,12	5,40	14,46	42,07	17,20	6,78	0,48	91,39	79,13	70,11	0,34	12
2	9	55,70	57,39	42,20	84,10	34,28	4,95	16,23	42,37	17,38	4,04	0,35	81,29	73,52	70,08	0,38	12
2	9	58,50	56,99	42,99	68,13	36,56	4,95	15,37	41,98	16,83	5,11	0,43	84,34	75,43	68,92	0,37	13
2	9	64,80	59,56	44,15	79,12	43,82	5,25	13,83	40,76	14,86	6,12	0,47	91,07	74,12	68,92	0,34	13
2	9	56,00	56,25	42,38	75,99	36,10	7,02	14,95	40,34	14,33	5,57	0,47	81,62	75,34	84,98	0,37	12
2	9	57,90	55,83	43,18	70,88	35,97	5,98	13,37	42,32	16,60	5,33	0,44	83,69	77,34	77,40	0,32	13
2	9	65,10	57,71	44,85	81,00	40,21	5,11	15,71	43,17	19,18	5,71	0,41	91,39	77,71	67,58	0,36	12

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albúmen; PA: peso de albúmen; AA: altura de albúmen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	9	61,50	57,44	44,06	91,44	41,00	3,95	15,11	42,48	16,13	4,37	0,38	87,57	76,71	57,35	0,36	12
2	9	63,00	60,43	44,05	80,19	41,18	5,71	14,83	41,78	17,40	4,42	0,35	89,17	72,89	73,49	0,35	13
2	9	65,40	57,74	44,86	91,45	41,16	5,84	15,70	42,05	17,23	7,01	0,49	91,70	77,68	73,69	0,37	12
2	9	65,70	55,92	45,73	88,00	41,70	4,24	16,53	43,56	17,45	6,55	0,48	92,02	81,77	58,41	0,38	12
2	9	63,90	57,79	44,42	95,14	39,17	5,34	15,30	42,52	17,96	6,77	0,46	90,12	76,86	70,07	0,36	12
2	9	61,40	56,67	43,83	62,35		6,21		41,82		6,39	0,46	87,46	77,34	77,85		13
2	9	66,40	60,62	44,48	82,04	43,34	5,45	16,33	41,72	16,80	6,26	0,47	92,75	73,37	70,08	0,39	12
2	9	62,90	58,63	44,07	111,58	40,59	5,12	14,84	42,00	16,42	5,89	0,43	89,06	75,17	68,58	0,35	13
2	9	60,20	57,37	42,58	84,60	37,87	5,81	15,96	40,44	16,24	6,09	0,47	86,17	74,21	75,30	0,39	13
2	9	63,60	55,99	45,06	81,21	41,66	6,06	15,70	41,21	15,70	6,24	0,45	89,80	80,47	75,99	0,38	13
2	9	62,60	57,78	44,34	96,02	41,14	4,03	16,18	41,36	17,10	4,36	0,34	88,74	76,74	57,63	0,39	12
2	9	66,00	58,17	44,72	92,42	42,33	5,76		42,47	16,82	6,85	0,49	92,33	76,87	72,83		12
2	9	56,50	55,24	42,26	87,12	36,38	4,36	14,06	39,06	14,50	5,62	0,46	82,17	76,50	64,31	0,36	14
2	9	65,60	57,14	44,58	78,31	40,37	6,43	15,17	43,14	17,81	7,42	0,50	91,91	78,02	78,05	0,35	14
2	9	66,10	58,66	44,57	86,51	41,29	3,97	18,19	43,02	18,47	6,34	0,42	92,44	75,97	55,02	0,42	13
2	9	61,00	56,93	42,75	93,34		4,76		42,83		6,43	0,46	87,03	75,09	66,08		15
2	9	72,10	59,85	45,95	95,27	47,33	3,69	17,92	39,19	17,60	7,17	0,47	98,67	76,77	47,90	0,46	14
2	10	64,40	58,09	43,73	92,98	39,67	3,29	16,83	42,61	17,92	6,81	0,51	90,65	75,28	47,00	0,39	13
2	10	58,90	57,07	42,94	110,89	37,01	4,06	15,61	43,61	18,07	3,82	0,32	84,77	75,23	59,93	0,36	12
2	10	67,90	58,53	45,34	86,55	44,35	4,50	15,10	43,31	16,88	6,67	0,46	94,32	77,46	60,26	0,35	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	10	61,20	64,60	44,05	96,02	38,80	4,11	16,29	40,28	16,40	6,00	0,47	87,25	68,19	59,33	0,40	14
2	10	61,50	57,13	43,87	100,38	40,04	5,39	14,70	42,03	16,65	4,81	0,39	87,57	76,78	71,44	0,35	14
2	10	63,50	56,33	44,09	92,90	40,26	2,92	16,24	40,55	16,55	6,69	0,48	89,70	78,26	41,88	0,40	13
2	10	70,20	60,75	46,33	92,74	43,53	2,43	15,59	40,78	20,72	5,95	0,42	96,71	76,26	26,23	0,38	13
2	10	67,00	60,70	44,52	88,38	41,90	5,21	16,42	41,79	18,50	6,60	0,47	93,38	73,34	67,71	0,39	13
2	10	60,20	59,78	42,29	88,50	37,04	4,43	14,02	42,12	17,21	5,95	0,43	86,17	70,74	63,17	0,33	14
2	10	55,50	55,22	42,55	92,07	32,53	2,67	14,72	41,55	17,75	5,22	0,44	81,07	77,06	43,96	0,35	13
2	10	58,20	54,05	43,82	109,74	37,26	2,60	15,43	39,91	15,65	5,29	0,41	84,02	81,07	40,71	0,39	14
2	10	70,80	60,79	45,61	115,22	44,56	3,25	16,91	41,71	19,50	6,74	0,44	97,33	75,02	41,88	0,41	13
2	10	69,20	61,91	44,66	97,27	42,99	5,50	16,07	44,11	19,18	7,03	0,51	95,67	72,14	69,40	0,36	12
2	10	60,80	56,06	44,08	93,80		3,71				5,71	0,48	86,82	78,63	54,82		13
2	10	64,40	57,08	44,48	98,52	39,63	4,29	15,58	42,70	17,98	6,79	0,50	90,65	77,92	59,62	0,36	13
2	10	58,60	58,62	43,06	92,05	38,24	4,13	15,59	40,74	15,90	4,46	0,39	84,45	73,45	60,89	0,38	14
2	10	67,80	60,62	44,99	80,88		4,22		41,56		6,45	0,47	94,22	74,21	57,16		12
2	10	63,80	56,48	44,93	100,66		5,79				6,16	0,43	90,01	79,55	73,83		14
2	10	62,70	56,89	44,70	102,50	39,30	4,73	16,96	41,03	16,63	6,77	0,45	88,85	78,57	65,03	0,41	6
2	10	65,60	59,42	45,13	79,06	41,20	7,57	13,76	43,38	18,80	5,60	0,44	91,91	75,94	85,60	0,32	5
2	10	55,20	54,96	42,77	67,08	35,01	6,71	14,67	43,17	15,90	4,29	0,41	80,75	77,82	83,29	0,34	7
2	10	67,10	58,82	44,66	76,09	41,46	5,47	16,35	43,00	18,89	6,75	0,51	93,49	75,93	69,98	0,38	4
2	10	59,70	57,05	43,25	63,72	40,49	4,84	12,85	40,43	13,80	5,41	0,40	85,64	75,81	67,40	0,32	4

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
2	10	66,20	57,83	45,11	90,02	40,97	4,61	15,85	42,84	18,72	6,51	0,47	92,54	78,00	62,22	0,37	6
3	1	56,70	52,72	43,89	90,94	35,86	3,09		41,85	14,84	6,00	0,46	82,39	83,25	49,30		7
3	1	64,30	57,85	44,38	76,59	38,75	3,79	14,39	41,84	19,00	6,55	0,47	90,54	76,71	53,80	0,34	6
3	1	56,80	54,37	43,39	89,72	35,52	2,20	15,05	40,55	14,97	6,31	0,50	82,50	79,80	34,58	0,37	4
3	1	67,20	61,37	45,32	104,47		3,12				4,90	0,38	93,59	73,85	42,42		8
3	1	55,90	58,27	42,22	118,87	35,91	3,14	14,04	45,41	16,37	3,62	0,35	81,51	72,45	50,54	0,31	5
3	1	62,80	57,86	44,06	105,37	38,26	4,14	14,93	45,25	18,20	6,34	0,49	88,95	76,14	58,83	0,33	5
3	1	65,00	58,34	45,07			2,93		40,50		5,71	0,48	91,28	77,25	40,90		6
3	1	55,60	54,27	43,38	104,82	34,80	3,53	14,87	42,14	14,93	5,87		81,18	79,92	55,71	0,35	4
3	1	60,40	57,39	43,69	90,39	36,61	3,59	14,47	44,61	18,20	5,59	0,43	86,39	76,12	53,63	0,32	6
3	1	50,80	54,45	41,11	77,16	33,76	4,49	12,53	40,09	11,70	5,34	0,47	75,86	75,49	68,25	0,31	6
3	1	65,40	58,89	44,92	97,75		3,48	12,75	40,57		6,35	0,46	91,70	76,28	49,08	0,31	8
3	1	65,50	58,89	45,75	100,86	41,61	2,22	15,90	43,68	19,10	4,79	0,36	91,81	77,68	26,28	0,36	8
3	1	65,40	58,73	45,19	102,40	42,75	3,23	12,20	43,00	16,30	6,35	0,46	91,70	76,94	45,35	0,28	11
3	1	60,70	54,20	45,80	77,24	37,26	5,66	14,02	42,60	18,57	4,87	0,39	86,71	84,50	73,94	0,33	9
3	1	65,30	59,12	45,04	91,47	40,34	3,55	15,09	42,61	18,50	6,46	0,48	91,60	76,18	50,05	0,35	9
3	1	65,90	57,57	45,17	105,62	41,85	4,42	15,14	42,19	17,00	7,05	0,47	92,23	78,46	60,30	0,36	9
3	2	73,50	63,10	45,75	130,94		2,59				6,55	0,45	100,10	72,50	26,80		8
3	2	57,80	56,17	43,96	93,70	36,24	3,07	15,60	41,52	17,30	4,26	0,36	83,58	78,25	48,33	0,38	8
3	2	64,90	57,83	45,38	102,14	40,88	2,60	15,13	43,64	19,00	5,02	0,39	91,18	78,46	34,90	0,35	8

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	2	62,10	58,27	44,06	85,18	40,46	4,23	13,04	42,06	15,60	6,04	0,46	88,21	75,60	60,13	0,31	9
3	2	60,60	55,60	44,14	81,14	38,39	5,03	13,30	40,86	15,90	6,31	0,48	86,60	79,38	68,74	0,33	8
3	2	61,60	56,84	44,48	125,70	37,92	2,63	15,30	41,62	17,20	6,48	0,46	87,67	78,25	38,40	0,37	8
3	2	70,50	59,23	46,67	100,00		4,60		45,95		6,29	0,45	97,02	78,79	60,11		10
3	2	61,40	57,66	44,31	98,21	36,98	4,91	15,12	42,60	18,50	5,92	0,43	87,46	76,85	67,31	0,35	9
3	2	63,60	57,54	45,14	107,04		4,86				5,27	0,41	89,80	78,45	65,88		11
3	2	57,40	55,59	43,15	102,35	36,77	4,52	15,38	41,32	15,20	5,43	0,44	83,15	77,61	65,44	0,37	9
3	2	62,80	56,96	44,13	92,96	40,46	3,77	13,17	41,95	15,90	6,44	0,47	88,95	77,47	54,41	0,31	9
3	2	66,20	57,02	45,38	92,50		4,97				6,49	0,45	92,54	79,59	65,75		10
3	2	59,00	55,71	43,97	101,82	36,66	4,37	16,32	42,69	16,90	5,44	0,44	84,88	78,93	63,19	0,38	10
3	2	69,40	58,96	46,41	106,37		4,26				6,50	0,44	95,88	78,71	56,75		9
3	2	62,00	56,08	44,77	89,78	38,39	4,26	15,05	43,97	17,90	5,71	0,37	88,10	79,82	60,56	0,34	9
3	2	59,50	55,82	44,09	108,18	37,12	4,38	13,79	44,24	16,10	6,28	0,49	85,42	78,99	63,00	0,31	8
3	2	66,20	60,42	44,64	104,16	43,83	4,05	14,96	43,55	16,70	5,67	0,40	92,54	73,87	55,99	0,34	12
3	2	54,60	55,04	41,97	72,18	34,96	4,43		41,16	13,70	5,94	0,47	80,09	76,25	65,87		11
3	2	60,40	57,09	44,67	123,13	40,92	4,88		42,44	15,00	4,48	0,34	86,39	78,24	67,46		12
3	2	64,00	56,47	45,32	116,55		4,91				6,39	0,48	90,23	80,25	66,13		10
3	2	62,40	58,27	43,88	100,00		4,61		40,65		6,56	0,41	88,53	75,30	63,99		9
3	2	66,50	57,16	46,03	118,40	44,22	5,18		43,60	16,40	5,88	0,44	92,86	80,53	67,64		9
3	3	62,60	58,98	44,19	88,37	39,87	4,43	14,67	45,28	18,20	4,53	0,35	88,74	74,92	62,01	0,32	12

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	3	64,90	55,85	45,94	121,39		4,58				6,34	0,46	91,18	82,26	62,47		11
3	3	74,10	60,15	47,03	92,99		4,77		43,73		7,31	0,49	100,72	78,18	60,30		11
3	3	58,00	55,31	43,39	102,07	35,41	3,08	14,69	41,95	16,60	5,99	0,46	83,80	78,44	48,33	0,35	12
3	3	68,00	57,54	46,62	113,70	42,86	4,46	16,16	42,78	18,67	6,47	0,45	94,43	81,02	59,72	0,38	12
3	3	61,00	61,16	42,40	102,76	38,71	3,61	14,42	41,44	15,86	6,43	0,48	87,03	69,32	53,52	0,35	12
3	3	62,90	58,10	43,57	77,01	39,63	5,10	16,02	43,13	17,30	5,97	0,48	89,06	74,98	68,35	0,37	12
3	3	66,80	60,54	44,79	110,37	40,49			46,39	20,26	6,05	0,40	93,17	73,98			12
3	3	58,80	56,07	43,41	96,77	37,28	4,41	13,06	41,78	14,98	6,54	0,52	84,67	77,42	63,69	0,31	12
3	3	63,51	58,12	44,18	101,83	39,12	3,54	15,65	40,88	17,90	6,49	0,50	89,71	76,01	51,09	0,38	11
3	3	58,38	55,24	43,95	92,87	37,28	3,52	14,25	41,74	16,33	4,77	0,35	84,21	79,55	53,97	0,34	11
3	3	53,90	56,33	41,39	83,16	31,19	4,13	15,11	41,46	17,15	5,56	0,48	79,31	73,48	63,32	0,36	12
3	3	57,20	56,40	43,77	86,10	31,90	4,40	14,65	44,20	20,14	5,16	0,41	82,93	77,60	64,37	0,33	11
3	3	58,13	55,42	42,96	85,08		3,44				6,49	0,48	83,94	77,51	53,04		13
3	3	68,74	59,30	45,76	81,47	43,45	5,74	15,79	42,60	19,28	6,01	0,46	95,20	77,17	71,62	0,37	13
3	3	54,75											80,25				12
3	3	61,24	58,99	43,94	70,05	37,43		13,95		19,02	4,79		87,29	74,49			12
3	3	65,39	58,65	44,67	115,37	39,81	5,27	14,45	45,07	18,98	6,60	0,41	91,69	76,16	68,90	0,32	13
3	3	56,46	57,12	42,78	84,60		3,52		43,58		4,48	0,45	82,12	74,89	55,13		12
3	4	58,04	57,52	42,81	76,76	36,12		14,29		16,80	5,12	0,39	83,84	74,42			13
3	4	60,45	54,98	44,74	112,41	39,15	5,82	13,60	42,51	15,32	5,98	0,43	86,44	81,38	75,32	0,32	12

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	4	65,24	58,83	44,99	90,11	43,37	3,46	13,27	40,22	15,75	6,12	0,45	91,54	76,47	48,90	0,33	9
3	4	55,92	57,54	42,16	67,94	34,68	4,86	12,04	42,75	16,51	4,73	0,44	81,53	73,26	69,20	0,28	13
3	4	55,24	56,26	42,37	78,34	35,21	2,93	14,59	43,47	14,40	5,63	0,40	80,79	75,31	48,14	0,34	7
3	4	58,82	55,83	43,30	87,16	36,71	3,55	14,19	38,95	15,72	6,39	0,46	84,69	77,56	54,01	0,36	12
3	4	65,15	57,58	45,07	116,73	38,88	3,87	14,97	40,75	19,22	7,05	0,49	91,44	78,27	54,31	0,37	12
3	4	67,22	58,17	45,90	109,92	42,02	4,61	16,31	43,27	19,33	5,87	0,49	93,61	78,91	61,75	0,38	12
3	4	65,75	57,99	44,83	81,42	42,36	3,31	15,19	44,59	16,60	6,79	0,43	92,07	77,31	46,32	0,34	12
3	4	59,09	55,91	43,96	81,77		5,41		41,55		5,62	0,48	84,98	78,63	72,55		13
3	4	63,80	58,79	44,96	122,85	40,74	4,59	15,84	38,56	18,78	4,28	0,46	90,01	76,48	63,08	0,41	14
3	4	57,90	57,03	42,81	102,91	36,00	3,63	11,84	44,04	15,60	6,30	0,35	83,69	75,06	55,55	0,27	13
3	4	64,90	57,46	45,05	72,19		3,30		42,28		7,15	0,49	91,18	78,40	46,74		13
3	4	67,70	59,04	45,57	105,74	43,48	3,78	15,15	43,54	17,30	6,92	0,49	94,11	77,18	51,70	0,35	13
3	4	67,50	59,14	45,91	90,43	43,86	3,62	12,28	43,76	17,20	6,44	0,46	93,91	77,63	49,72	0,28	13
3	4	64,20	59,93	44,20	115,84	39,62	2,67	16,04	42,91	18,40	6,18	0,46	90,44	73,75	36,93	0,37	13
3	4	59,80	58,13	43,39	107,58	38,38	3,52	14,87	43,69	15,60	5,82	0,44	85,74	74,63	53,10	0,34	13
3	5	65,80	60,55	43,99	102,14	40,09	4,80	15,17	43,25	18,40	7,31	0,46	92,12	72,65	64,28	0,35	14
3	5	65,90	60,95	44,96	107,40	42,26	2,66		44,13	17,70	5,94	0,50	92,23	73,76	35,19		13
3	5	51,10	53,32	41,73	117,68	30,91	1,96	15,88	43,61	15,20	4,99	0,47	76,20	78,26	35,65	0,36	12
3	5	67,90	58,19	46,53	110,84	43,85	2,31	16,17	40,20	17,90	6,15	0,41	94,32	79,96	25,88	0,40	13
3	5	65,20	56,81	45,63	80,30	38,97	3,25	14,44	43,22	19,00	7,23	0,45	91,49	80,31	45,87	0,33	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	5	62,40	56,47	45,68	114,68	41,25	3,96	13,80	42,96	14,70	6,45	0,47	88,53	80,89	56,98	0,32	13
3	5	54,50	53,24	42,90	100,50	34,47	2,48	14,90	40,04	15,00	5,03	0,49	79,98	80,57	41,70	0,37	13
3	5	58,00	57,41	42,78	99,40	36,20	2,69	14,40	42,20	15,80	6,00	0,44	83,80	74,52	42,29	0,34	12
3	5	65,90	59,27	44,70	84,13	38,43	3,56	16,32	43,32	20,80	6,67	0,46	92,23	75,42	49,81	0,38	11
3	5	62,90	60,88	43,30	125,09	39,17	4,87	14,83	43,61	17,10	6,63	0,49	89,06	71,12	66,23	0,34	13
3	5	57,20	55,58	43,92	96,68	37,16	2,73	16,78	41,72	16,10	3,94	0,49	82,93	79,02	43,65	0,40	5
3	5	54,20	55,43	42,62	70,63	34,04	4,38	11,95	41,66	15,60	4,56	0,34	79,64	76,89	65,58	0,29	5
3	5	65,90	58,72	45,61	97,60	41,27	6,23	14,87	41,92	18,80	5,83	0,41	92,23	77,67	76,48	0,35	4
3	5	67,00	59,01	45,40	110,00	43,49	4,41	16,78	42,61	17,60	5,91	0,44	93,38	76,94	59,71	0,39	5
3	5	60,90	57,19	43,94	86,02	39,01	4,11	14,64	41,62	15,50	6,39	0,41	86,93	76,83	59,43	0,35	5
3	5	61,20	57,95	44,64	98,72	39,06	3,57	15,22	41,72	17,90	4,24	0,49	87,25	77,03	52,83	0,36	7
3	6	62,40	55,86	44,64	80,71	39,23	3,08	15,41	42,52	16,47	6,70	0,38	88,53	79,91	45,16	0,36	5
3	6	63,60	57,57	44,14	106,68	39,05	4,91	16,64	41,44	17,90	6,65	0,50	89,80	76,66	66,35	0,40	5
3	6	62,30	58,99	45,41	71,48	41,76	4,69	13,50	43,94	17,35	3,19	0,48	88,42	76,97	64,77	0,31	5
3	6	63,00	56,67	45,25	88,35	40,36	5,74	16,80	43,05	17,98	4,66	0,29	89,17	79,84	73,73	0,39	5
3	6	61,30	57,10	43,48	94,57	37,36	4,10	15,47	43,06	17,60	6,34	0,37	87,35	76,14	59,11	0,36	4
3	6	56,60	57,46	42,07	89,00	35,35	4,10	13,92	41,44	16,38	4,87	0,46	82,28	73,21	61,56	0,34	5
3	6	61,50	57,85	43,47	102,01	39,67	4,61	15,48	41,32	15,25	6,58	0,38	87,57	75,14	64,35	0,37	6
3	6	59,40	54,73	44,11	93,86	37,31	2,98	14,26	41,17	16,40	5,69	0,46	85,31	80,60	45,79	0,35	4
3	6	59,60	55,03	44,18	114,98	38,29	4,01	11,80	43,93	16,52	4,79	0,45	85,53	80,28	59,00	0,27	6

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	6	70,10	60,30	45,52	98,50	46,48	3,50	13,62	42,22	17,13	6,49	0,37	96,61	75,48	46,37	0,32	9
3	6	71,30	61,39	45,67	76,48		2,44		42,00		7,04	0,38	97,85	74,39	25,33		9
3	6	58,90	57,27	43,04	98,98	38,38	5,19	15,51		15,97	4,55	0,45	84,77	75,14	70,84		9
3	6	68,30	57,36	45,35	61,96	45,63	3,64	13,98	41,94	15,28	7,39	0,39	94,74	79,05	49,51	0,33	9
3	6	52,60	52,77	41,82			5,00		40,66		5,87	0,47	77,87	79,25	71,89		8
3	6	65,10	58,65	44,23	102,74	43,71	4,13	14,26	41,99	16,35	5,04	0,36	91,39	75,40	57,52	0,34	9
3	7	62,80	57,44	43,76	103,63		5,40				6,93	0,43	88,95	76,18	71,05		8
3	7	57,10	55,10	42,81	93,55	34,82	1,85	14,67	39,55	16,22	6,06	0,46	82,82	77,69	26,77	0,37	9
3	7	56,70	57,73	41,54	96,44	35,65	2,85	14,56	41,28	15,50	5,55	0,47	82,39	71,96	45,82	0,35	8
3	7	58,20	57,14	42,59	88,33	37,57	4,58	13,62	41,06	15,10	5,53	0,46	84,02	74,54	65,59	0,33	10
3	7	63,70	57,58	44,20	80,96	38,68	4,61	16,10	43,48	18,64	6,38	0,44	89,91	76,76	63,38	0,37	9
3	7	70,90	56,99	47,53	105,27	42,42	4,85	15,37	45,35	21,30	7,18	0,45	97,43	83,40	62,52	0,34	8
3	7	73,40	61,17	46,33	92,14		4,99		45,58		6,60	0,45	100,00	75,74	62,92		10
3	7	67,80	59,57	44,35	108,45	42,80	3,77	15,14	43,22	18,13	6,87	0,47	94,22	74,44	51,51	0,35	10
3	7	55,80	55,90	41,94	93,60	35,06	3,12	13,12	41,13	15,27	5,47	0,43	81,40	75,03	50,40	0,32	9
3	7	52,70	54,61	40,87	96,75	33,56	4,27	13,48	41,02	14,60	4,54	0,42	77,98	74,83	65,31	0,33	9
3	7	65,30	57,64	44,65	108,08	41,76	3,10	14,24	42,20	16,84	6,70	0,47	91,60	77,46	43,47	0,34	9
3	7	57,70	56,01	42,12	99,89	35,52	2,25	14,60	39,36	15,99	6,19	0,47	83,47	75,19	34,69	0,37	9
3	7	63,10	57,75	44,38	104,16	39,72	2,59	14,64	43,83	18,42	4,96	0,37	89,27	76,85	36,29	0,33	9
3	7	58,60	55,84	43,30	81,12	37,72	3,56	13,24	40,90	14,97	5,91	0,46	84,45	77,53	54,33	0,32	9

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	7	66,30	58,91	45,04	122,63	43,28	3,72	14,26	42,03	18,20	4,82	0,41	92,65	76,45	51,79	0,34	10
3	7	54,90	54,16	42,55	115,76	34,97	3,17	13,17	43,58	15,91	4,02	0,37	80,42	78,56	51,68	0,30	9
3	7	59,70	54,79	44,14	96,90	37,29	3,62	14,95	41,05	16,39	6,02	0,41	85,64	80,55	54,42	0,36	10
3	7	55,60	55,44	42,25	52,59	34,20	3,91	5,60	40,67	15,70	5,70	0,44	81,18	76,20	60,06	0,14	9
3	7	61,10	56,43	43,59	92,86	38,28	3,73	15,38	41,33	16,04	6,78	0,42	87,14	77,25	54,96	0,37	9
3	7	55,50	54,66	42,32	98,47	35,18	3,23	14,75	41,14	15,42	4,90	0,42	81,07	77,42	52,00	0,36	10
3	7	64,10	56,96	44,69	106,80	40,39	3,35	14,62	42,31	16,96	6,75	0,48	90,33	78,46	48,00	0,35	12
3	7	62,70	56,56	44,78	80,18	36,12	7,36	15,28	44,70	21,70	4,88	0,40	88,85	79,16	85,12	0,34	11
3	7	58,30	55,34	43,68	77,97		6,50		42,81		4,48	0,40	84,13	78,93	80,95		9
3	8	60,40	55,19	44,32	103,68	37,97	2,95	13,72	44,40	17,01	5,42	0,40	86,39	80,30	44,60	0,31	11
3	8	58,10	54,79	43,21	89,74	37,77	4,20	13,93	39,55	13,90	6,43	0,47	83,91	78,86	61,84	0,35	8
3	8	55,80	52,97	42,97	111,65	34,76	2,71	12,17	42,48	15,35	5,69	0,46	81,40	81,11	44,35	0,29	12
3	8	58,90	54,97	43,60	112,80	35,53	2,70		43,10	17,04	6,33	0,50	84,77	79,31	41,82		11
3	8	53,00	55,36	41,13	84,78	33,28	3,68	14,08	41,78	15,32	4,40	0,40	78,32	74,30	59,04	0,34	11
3	8	58,30	55,40	43,88	95,67	36,20	3,97	14,84	41,76	17,01	5,09	0,42	84,13	79,20	59,26	0,36	10
3	8	65,40	59,24	44,42	108,21		4,72		41,14		6,28	0,45	91,70	74,98	63,71	0,00	11
3	8	55,20	54,13	41,88	89,36	34,94	3,46	14,19	39,95	14,63	5,63	0,45	80,75	77,36	55,10	0,36	10
3	8	57,80	56,58	43,15	112,87	37,98	4,82		41,35	15,80	4,02	0,38	83,58	76,25	68,01		11
3	8	55,20	52,68	43,61	100,39	34,46	3,78	13,83	40,54	16,07	4,67	0,38	80,75	82,77	58,90	0,34	11
3	8	58,60	55,34	42,36	91,63	37,05	3,83	13,73	40,76	15,30	6,25	0,48	84,45	76,54	57,56	0,34	11

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	8	64,50	56,35	45,10	88,26	42,03	3,87	15,12	43,71	16,41	6,06	0,46	90,75	80,04	54,74	0,35	10
3	8	61,40	55,71	43,98	72,26		5,47		43,52		6,33	0,45	87,46	78,94	72,18		12
3	8	56,60	56,54	42,04	94,66	35,10	3,62	14,34	42,48	15,36	6,14	0,48	82,28	74,35	56,25	0,34	12
3	8	55,40	53,46	42,75	75,19	33,53	5,29	14,93	41,32	16,22	5,65	0,46	80,96	79,97	73,05	0,36	12
3	8	54,50	55,49	41,33	93,81	31,75	4,66	14,73	42,54	16,50	6,25	0,49	79,98	74,48	68,05	0,35	12
3	8	51,60	54,07	40,73	85,61	31,96	3,36	13,24	42,12	14,15	5,49	0,46	76,76	75,32	56,19	0,31	12
3	8	63,70	58,87	44,24	107,89	41,47	3,00	15,47	41,98	17,40	4,83	0,40	89,91	75,15	43,03	0,37	12
3	8	57,20	57,60	42,18	71,53	33,69	6,44	13,74	44,77	18,60	4,91	0,41	82,93	73,23	80,90	0,31	12
3	8	70,10	60,70	45,45	77,06	43,84	6,85	15,56	44,37	19,80	6,46	0,46	96,61	74,87	79,61	0,35	12
3	9	64,20	59,12	44,35	97,81	45,03	3,32	13,73	39,67	13,81	5,36	0,39	90,44	75,01	47,50	0,35	12
3	9	67,10	58,20	45,62	95,54	40,62	3,69	15,63	46,67	20,50	5,98	0,44	93,49	78,38	50,92	0,33	10
3	9	61,90	55,00	44,87	101,90	39,73	3,41	14,73	41,33	16,02	6,15	0,48	87,99	81,58	50,34	0,36	10
3	9	65,00	58,10	44,15	84,74		6,14		44,52		6,53	0,46	91,28	75,99	76,15		12
3	9	69,10	59,14	46,00	97,96	46,35	2,40	15,43	41,94	17,14	5,61	0,43	95,57	77,78	26,64	0,37	12
3	9	60,80	56,97	43,72	84,51	36,98	5,50	14,49	45,37	18,50	5,32	0,41	86,82	76,74	72,62	0,32	12
3	9	67,40	60,74	44,19	132,32		2,77				6,48	0,45	93,80	72,74	36,11		12
3	9	65,10	57,28	44,61	107,65	40,89	3,72	15,41	42,53	18,11	6,10	0,47	91,39	77,88	52,50	0,36	12
3	9	65,60	59,87	43,18	101,61		3,98				6,84	0,48	91,91	72,11	55,41		11
3	9	64,20	58,04	44,70	122,18	40,05	4,10	15,53	44,07	19,30	4,85	0,38	90,44	77,01	57,58	0,35	13
3	9	61,70	55,45	44,09	80,49	40,96	4,45	14,38	40,51	14,30	6,44	0,49	87,78	79,51	62,65	0,35	13

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	9	61,80	54,98	44,50	71,99	38,66	5,85	15,50	41,24	16,40	6,74	0,51	87,89	80,94	75,06	0,38	13
3	9	62,50	56,22	44,39	93,01	40,29	5,10	15,58	43,51	16,25	5,96	0,48	88,63	78,96	68,52	0,36	13
3	9	57,20	54,34	43,59	85,11	36,73	5,01	15,16	41,31	15,79	4,68	0,41	82,93	80,21	69,96	0,37	13
3	9	66,70	60,75	44,30	96,16	41,47	3,42	15,67	46,65	19,20	6,03	0,44	93,07	72,91	47,32	0,34	12
3	9	65,60	57,15	44,94	103,94	40,92	4,71	14,62	44,95	19,06	5,62	0,42	91,91	78,64	63,47	0,33	13
3	9	65,90	57,61	44,77	87,58	40,44	3,34	16,09	44,79	18,46	7,00	0,48	92,23	77,71	46,74	0,36	13
3	9	57,90	54,14	43,76	96,52	35,01	3,46	15,91	42,13	16,80	6,09	0,50	83,69	80,82	53,50	0,38	12
3	9	59,00	56,99	43,30	105,45	36,75	3,34	14,90	45,40	17,97	4,28	0,33	84,88	75,97	51,25	0,33	13
3	9	59,60	54,80	43,39	90,10		5,16		41,44		5,81	0,47	85,53	79,18	70,25		13
3	10	59,90	56,99	43,62	97,95		2,69		45,59		5,20	0,41	85,85	76,53	40,85		15
3	10	69,90	58,62	46,29	84,39	44,77	3,87	15,44	42,29	17,24	7,89	0,51	96,40	78,97	51,68	0,37	12
3	10	67,40	60,39	44,24	119,49	41,88	3,04	15,60	45,17	18,28	7,24	0,49	93,80	73,26	40,94	0,35	12
3	10	49,70	53,13	40,02	103,55	30,31	1,72	13,62	39,48	14,45	4,94	0,44	74,63	75,32	32,37	0,34	12
3	10	61,60	54,94	44,08	97,38	37,11	4,00	14,87	46,82	18,71	5,78	0,44	87,67	80,22	57,88	0,32	12
3	10	57,40	57,32	41,61	67,87	35,51	6,60	11,20	44,08	16,00	5,89	0,46	83,15	72,58	81,87	0,25	14
3	10	62,00	54,35	44,57	87,75	38,39	5,56	17,00	40,96	16,90	6,71	0,49	88,10	82,00	72,69	0,42	14
3	10	63,30	59,04	43,77	77,46	41,31	5,23	14,59	43,93	17,70	4,29	0,36	89,48	74,13	69,35	0,33	14
3	10	64,70	55,66	45,05	105,35	41,90	2,83	14,12	41,68	15,64	7,16	0,51	90,97	80,93	39,32	0,34	14
3	10	57,30	55,77	42,45	98,96		4,02				5,94	0,50	83,04	76,12	60,34		13
3	10	61,90	57,55	43,62	79,08	37,01	4,83	14,79	44,45	18,82	6,07	0,46	87,99	75,79	66,29	0,33	14

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Tratamiento	Repetición	PH, g	LH, mm	DH, mm	DA, mm	PA, g	AA, mm	AY, mm	DY, mm	PY, mm	PC, g	GC, mm	ASH	IFH, %	UH	IY	CY
3	10	58,60	54,36	42,93	88,26	34,51	3,79	14,65	43,21	17,44	6,65	0,52	84,45	78,97	57,10	0,34	13
3	10	56,70	54,77	42,76	92,39		3,01		40,69		5,39	0,42	82,39	78,07	48,17		10
3	10	61,70	57,08	44,21	81,12	38,65	5,87	16,12	41,89	18,40	4,65	0,35	87,78	77,45	75,25	0,38	13
3	10	64,90	58,03	44,88	91,89		4,04		45,18		5,94	0,45	91,18	77,33	56,57		12
3	10	68,40	60,09	45,90	84,81	45,44	5,17	16,28	41,85	18,20	4,76	0,40	94,84	76,38	66,72	0,39	
3	10	59,80	57,16	42,32	91,93	38,35	3,49	15,39	41,39	15,50	5,95	0,47	85,74	74,03	52,71	0,37	
3	10	68,70	58,51	44,99	112,36	44,39	4,09	15,72	42,68	18,70	5,61	0,43	95,16	76,88	55,08	0,37	
3	10	66,60	59,25	44,80	89,78	42,01	3,99	12,85	43,15	18,80	5,79	0,43	92,96	75,60	55,05	0,30	
3	10	58,90	55,86	43,49	87,17	37,92	3,01	14,91	40,19	14,88	6,10	0,46	84,77	77,86	46,60	0,37	
3	10	55,90	54,67	43,22	94,63		3,29		42,72		3,75	0,32	81,51	79,05	52,53		
3	10	57,40	55,35	42,36	91,27	36,37	2,71		42,83	15,17	5,86	0,46	83,15	76,52	43,18		

PH: peso de huevo; LH: longitud de huevo; DH: diámetro de huevo; DA: diámetro de albumen; PA: peso de albumen; AA: altura de albumen; AY: altura de yema; DY: diámetro de yema; PY: peso de yema; PC: peso de cáscara; GC: grosor de cáscara; ASH: área superficial del huevo; IFH: índice de forma del huevo; UH: Unidades Haugh; IY: índice de yema; CY: color de yema; CELDAS AMARILLAS: datos perdidos.

Anexo II. Análisis de Anova y Tukey para las variables paramétricas.

a. Peso de huevo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	579.6	289.79	12.26	0.000
Error	667	15769.3	23.64		
Total	669	16348.9			

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	240	63.9356	A
2	240	62.4413	B
3	190	61.6754	B

b. Longitud de huevo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	8.18	4.089	0.89	0.412
Error	666	3071.02	4.611		
Total	668	3079.19			

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	240	57.3601	A
1	240	57.2830	A
3	189	57.0869	A

c. Diámetro de huevo.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	8.70	4.350	2.64	0.072
Error	666	1098.27	1.649		
Total	668	1106.97			

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	240	44.2391	A
3	189	44.0266	A
2	240	43.9857	A

d. Peso de albumen.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	593.7	296.85	23.03	0.000
Error	605	7798.3	12.89		
Total	607	8392.0			

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	228	41.0709	A
2	223	39.6444	B
3	157	38.5969	C

e. Área superficial del huevo (ASH).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	650.9	325.46	12.15	0.000
Error	667	17868.9	26.79		
Total	669	18519.8			

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	240	90.1032	A
2	240	88.5271	B
3	190	87.7051	B

Anexo III. Análisis de Kruskal-Wallis para las variables no paramétricas.

a. Diámetro de albumen.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	238	71.85	159.2	-17.42
2	240	87.29	392.9	6.05
3	187	96.44	477.3	12.12
General	665		333.0	

H = 323.76 GL = 2 P = 0.000
H = 323.76 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

b. Altura de albumen.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	238	7.570	515.6	18.39
2	240	4.930	278.8	-5.43
3	186	3.870	167.5	-13.83
General	664		332.5	

H = 373.34 GL = 2 P = 0.000
H = 373.34 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

c. Altura de yema.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	218	15.32	323.0	4.48
2	200	15.16	286.7	0.29
3	149	14.75	223.3	-5.26
General	567		284.0	

H = 32.85 GL = 2 P = 0.000
H = 32.86 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

d. Diámetro de yema.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	231	41.08	257.6	-5.75
2	217	41.70	306.9	-0.47
3	174	42.37	388.8	6.69
General	622		311.5	

H = 53.14 GL = 2 P = 0.000

H = 53.14 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

e. Peso de yema.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	228	16.79	295.7	-0.96
2	223	16.82	312.2	0.83
3	157	16.80	306.3	0.15
General	608		304.5	

H = 1.02 GL = 2 P = 0.600

H = 1.02 GL = 2 P = 0.600 (ajustados para los vínculos)

f. Peso de cáscara.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	239	6.260	363.2	2.87
2	240	6.075	328.0	-0.65
3	189	5.960	306.4	-2.36
General	668		334.5	

H = 9.55 GL = 2 P = 0.008

H = 9.55 GL = 2 P = 0.008 (ajustados para los vínculos)

g. Grosor de cáscara.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	239	0.4533	322.3	-1.12
2	240	0.4617	359.8	2.65
3	187	0.4533	313.9	-1.64
General	666		333.5	

H = 7.23 GL = 2 P = 0.027

H = 7.24 GL = 2 P = 0.027 (ajustados para los vínculos)

h. Color de yema.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	240	11.00	347.1	1.53
2	240	11.00	331.2	-0.08
3	183	11.00	313.3	-1.55
General	663		332.0	

H = 3.24 GL = 2 P = 0.198
H = 3.30 GL = 2 P = 0.193 (ajustados para los vínculos)

i. Índice de forma de huevo (IFH).

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	240	77.23	348.3	1.33
2	240	76.75	311.3	-2.37
3	189	77.25	348.2	1.11
General	669		335.0	

H = 5.63 GL = 2 P = 0.060

j. Unidades Haugh.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	238	86.32	512.6	18.08
2	240	67.38	279.1	-5.40
3	186	56.22	170.9	-13.54
General	664		332.5	

H = 360.39 GL = 2 P = 0.000

k. Índice de yema.

Tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	218	0.3777	347.5	7.52
2	200	0.3637	282.3	-0.02
3	146	0.3460	185.8	-8.33
General	564		282.5	

H = 86.12 GL = 2 P = 0.000
H = 86.12 GL = 2 P = 0.000 (ajustados para los vínculos)

Anexo IV. Análisis de ANOVA de las ecuaciones de regresión lineal desarrolladas.

a. Análisis de varianza para diámetro de albumen.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	1940	1939.7	8.62	0.003
Longitud Huevo	1	1940	1939.7	8.62	0.003
Error	663	149264	225.1		
Falta de ajuste	416	89612	215.4	0.89	0.846
Error puro	247	59652	241.5		
Total	664	151203			

b. Análisis de varianza para altura de albumen.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	856.99	856.993	304.08	0.000
Longitud Huevo	1	856.99	856.993	304.08	0.000
Error	660	1860.08	2.818		
Falta de ajuste	610	1768.93	2.900	1.59	0.021
Error puro	50	91.14	1.823		
Total	661	2717.07			

c. Análisis de varianza para peso de albumen.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	6996.2	6996.21	3037.44	0.000
Longitud Huevo	1	6996.2	6996.21	3037.44	0.000
Error	606	1395.8	2.30		
Falta de ajuste	358	842.3	2.35	1.05	0.329
Error puro	248	553.5	2.23		
Total	607	8392.0			

d. Análisis de varianza para peso de cáscara.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	160.5	160.534	287.54	0.000
Longitud Huevo	1	160.5	160.534	287.54	0.000
Error	666	371.8	0.558		
Falta de ajuste	377	215.6	0.572	1.06	0.306
Error puro	289	156.2	0.540		
Total	667	532.4			

e. Análisis de varianza para grosor de cáscara.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	0.7999	0.799903	880.16	0.000
Longitud Huevo	1	0.7999	0.799903	880.16	0.000
Error	664	0.6035	0.000909		
Falta de ajuste	292	0.3019	0.001034	1.28	0.013
Error puro	372	0.3015	0.000811		
Total	665	1.4034			

Anexo V. Correlación entre variables internas y externas.

PH	LH	DH	DA	PA	AA	AY	DY	PY	PC	GC	ASH	IFH	UH	IY
PH	0.688	0.862	0.065	0.913	0.169	0.300	0.242	0.608	0.549	0.186	1.000	-0.018	0.042	0.127
	0.000	0.000	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.634	0.281	0.003
LH		0.443	0.113	0.607	0.040	0.197	0.255	0.492	0.274	0.035	0.690	-0.693	-0.041	0.023
		0.000	0.003	0.000	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000	0.361	0.000	0.000	0.294	0.587
DH			0.103	0.802	0.111	0.271	0.238	0.538	0.393	0.093	0.862	0.333	0.000	0.105
			0.008	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	1.000	0.012
DA				0.001	-0.562	0.019	0.200	0.102	0.046	0.062	0.066	-0.031	-0.590	-0.112
				0.976	0.000	0.654	0.000	0.012	0.240	0.109	0.089	0.421	0.000	0.008
PA					0.242	0.231	0.083	0.275	0.364	0.063	0.912	0.017	0.127	0.154
					0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.124	0.000	0.681	0.002	0.000
AA						0.252	-0.015	-0.002	0.007	-0.086	0.168	0.043	0.964	0.257
						0.000	0.703	0.954	0.857	0.026	0.000	0.267	0.000	0.000
AY							0.168	0.312	0.177	0.077	0.300	0.014	0.212	0.832
							0.000	0.000	0.000	0.068	0.000	0.745	0.000	0.000
DY								0.457	0.081	-0.036	0.243	-0.076	-0.056	-0.393
								0.000	0.044	0.376	0.000	0.058	0.163	0.000
PY									0.249	0.034	0.610	-0.075	-0.064	-0.002
									0.000	0.408	0.000	0.064	0.118	0.955
PC										0.702	0.550	0.034	-0.064	0.115
										0.000	0.000	0.378	0.101	0.006
GC											0.186	0.041	-0.100	0.097
											0.000	0.290	0.010	0.022
ASH												-0.020	0.041	0.126
												0.604	0.287	0.003
IFH													0.036	0.061
													0.354	0.147
UH														0.244
														0.000
IY														

Anexo VI. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 1 (huevos frescos, sin almacenar).

Variab les	Ecuación	n	DAM	PEMA %	ECM	RECM	ERROR* %
Altura de yema, mm	$Y = 2.908 + 0.261X_1$	218	1.32	8.45	2.67	1.63	10.61
Peso de yema, gr	$Y = 3.358 + 0.214X_1$	228	1.06	6.48	2.14	1.46	8.71
Diámetro de albumen	$Y = 0.354 + 1.156X_1$	238	6.14	8.26	89.64	9.47	13.02
Diámetro de albumen	$Y = 0.013 + 1.160X_1$	238	6.13	8.23	89.55	9.46	13.01
Peso de albumen, gr	$Y = 0.06X_1^{1.54}$	228	4.84	11.98	26.60	5.16	12.56
Peso de cáscara, gr	$Y = 2.15 + 0.06X_1$	239	0.62	11.23	0.58	0.76	12.56
ASH	$Y = 6.254 + 1.387X_1$	240	4.84	5.28	26.12	5.11	5.67
IFH, %	$Y = 0.79 + 0.0307X_1 - 0.02423X_2$	240	1.93	2.53	6.20	2.49	3.22

*Error >12% no aceptable para validar la ecuación.

Anexo VII. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 2 (huevos almacenados 7 días).

Variab les	Ecuación	n	DAM	PEMA %	ECM	RECM	ERROR* %
Altura de yema, mm	$Y = 2.908 + 0.261X_1$	200	1.14	7.41	1.98	1.41	9.31
Peso de yema, gr	$Y = 3.358 + 0.214X_1$	223	1.08	6.37	1.93	1.39	8.20
Diámetro de albumen	$Y = 0.354 + 1.156X_1$	240	16.24	17.41	382.13	19.55	22.20
Diámetro de albumen	$Y = 0.013 + 1.160X_1$	240	16.32	17.50	385.04	19.62	22.28
Peso de albumen, gr	$Y = 0.06X_1^{1.54}$	223	4.67	11.91	24.63	4.96	12.52
Peso de cáscara, gr	$Y = 2.15 + 0.06X_1$	240	0.64	12.03	0.62	0.79	13.40
ASH	$Y = 6.254 + 1.387X_1$	240	4.33	4.82	20.98	4.58	5.17
IFH, %	$Y = 0.79 + 0.0307X_1 - 0.02423X_2$	240	2.18	2.90	7.52	2.74	3.57

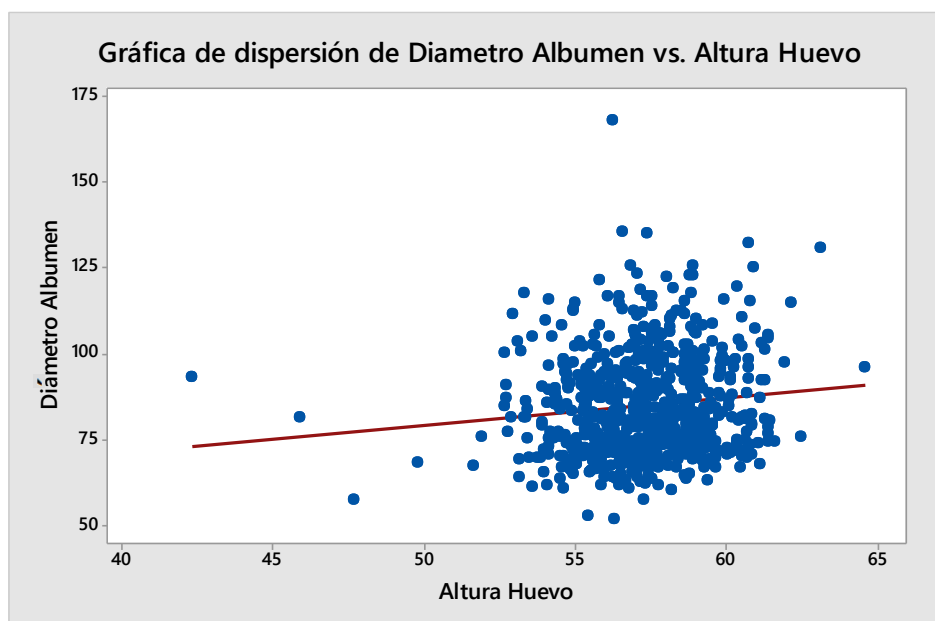
*Error >12% no aceptable para validar la ecuación.

Anexo VIII. Medidas de exactitud para la determinación del porcentaje de error de validación de ecuaciones con datos del Tratamiento 3 (huevos almacenados 14 días).

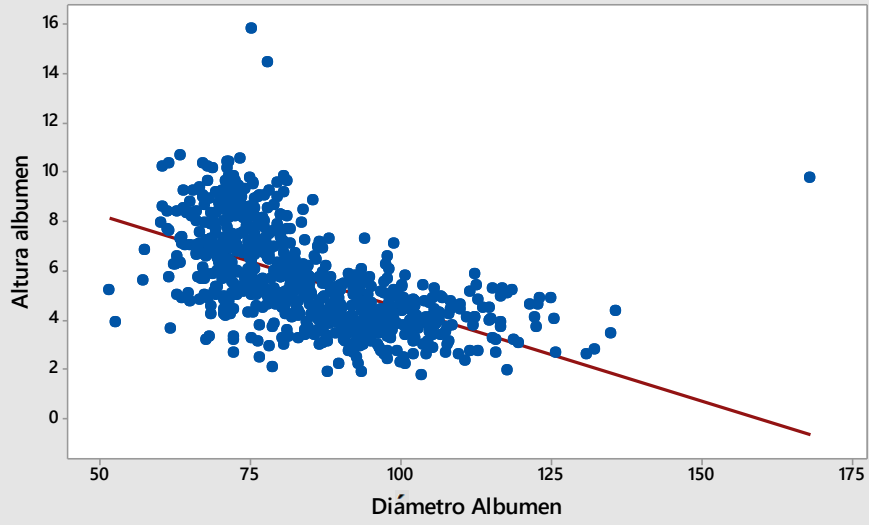
Variables	Ecuación	n	DAM	PEMA %	ECM	RECM	ERROR* %
Altura de yema, mm	$Y = 2.908 + 0.261X_1$	149	0.93	7.03	1.64	1.28	8.77
Peso de yema, gr	$Y = 3.358 + 0.214X_1$	157	1.07	6.21	1.87	1.37	8.08
Diámetro de albumen	$Y = 0.354 + 1.156X_1$	187	24.58	24.36	776.37	27.86	29.08
Diámetro de albumen	$Y = 0.013 + 1.160X_1$	187	24.67	24.45	781.00	27.95	29.16
Peso de albumen, gr	$Y = 0.06X_1^{1.54}$	157	4.58	12.02	23.22	4.82	12.49
Peso de cáscara, gr	$Y = 2.15 + 0.06X_1$	189	0.61	11.52	0.58	0.76	13.11
ASH	$Y = 6.254 + 1.387X_1$	189	4.10	4.59	19.18	4.38	4.99
IFH, %	$Y = 0.79 + 0.0307X_1 - 0.02423X_2$	189	1.88	2.49	5.78	2.40	3.11

*Error >12% no aceptable para validar la ecuación.

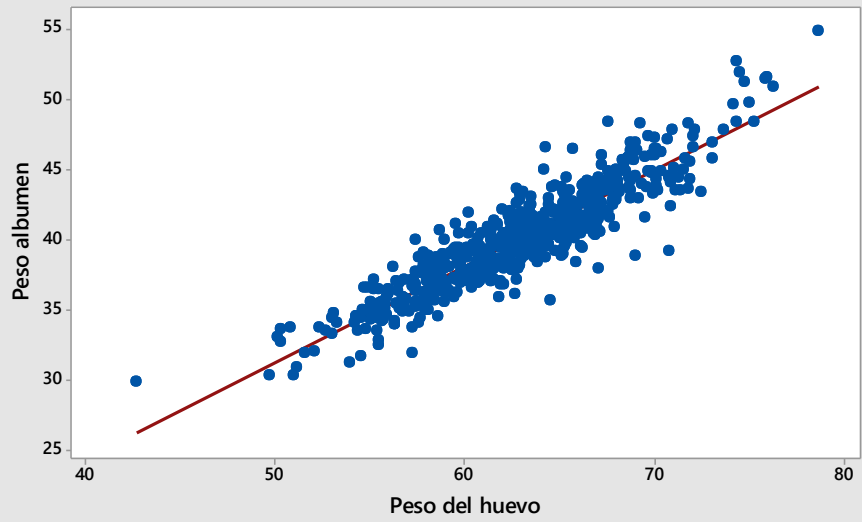
Anexo IX. Gráficos de correlaciones entre las variables dependientes e independientes utilizadas para el desarrollo de las ecuaciones de predicción.

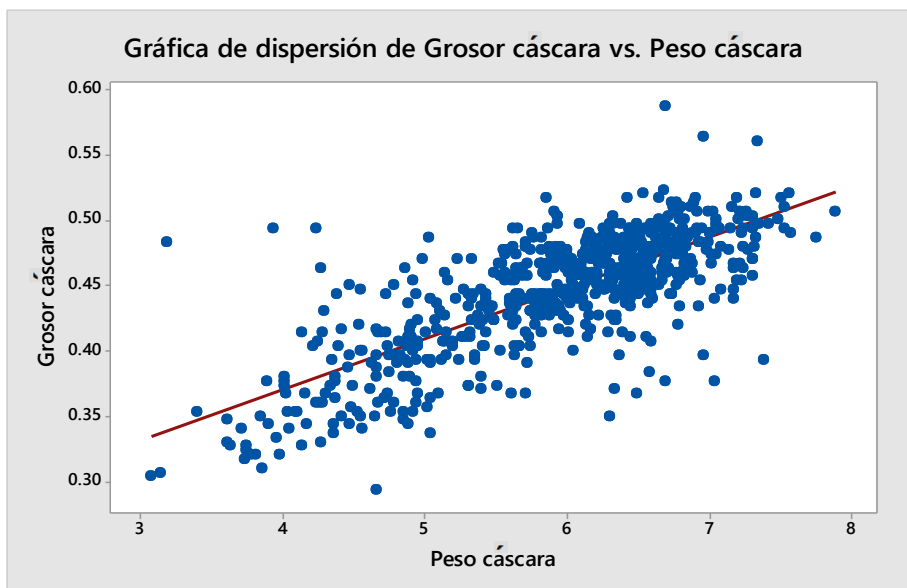
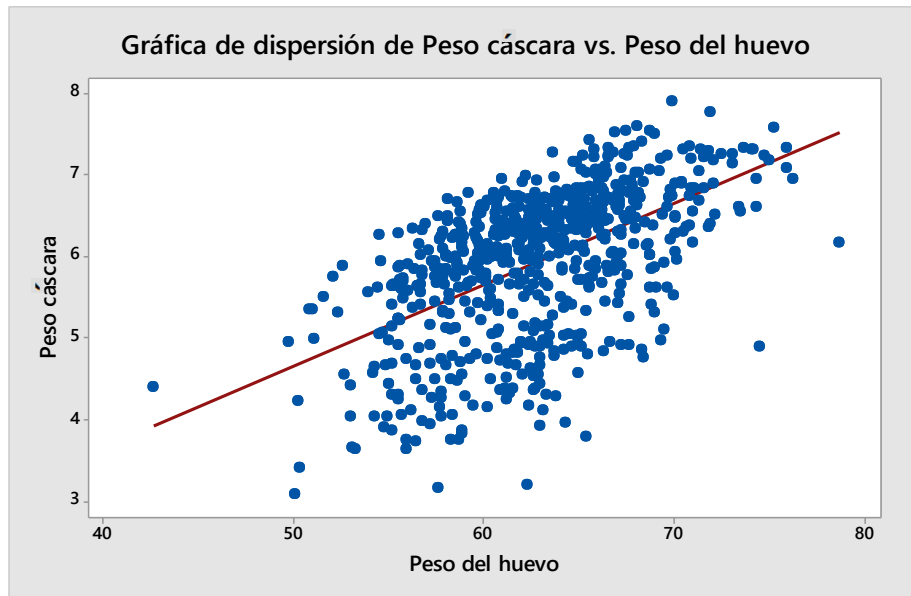


Gráfica de dispersión de Altura albumen vs. Diámetro Albumen



Gráfica de dispersión de Peso albumen vs. Peso del huevo





Anexo X. Composición nutricional de las proteínas del huevo.

Aminoácidos	Huevo	Yema	Albúmina	Transferrina
Arginina	6.4	7.2	4.2	4.0
Histidina	2.3	1.9	1.8	1.4
Isoleucina	5.0	6.5	6.2	3.4
Lisina	7.1	5.8	5.8	8.0
Metionina	3.2	2.9	4.1	1.5
Cistina	2.2	2.0	1.6	4.0
Fenilalanina	4.7	4.5	5.0	3.9
Triptófano	1.4	1.5	1.5	1.7
Treonina	5.0	5.3	5.5	5.6
Valina	6.5	7.0	6.8	7.8

Anexo XI. Panel fotográfico.



Gallinas en segunda fase de postura.



Huevos recolectados.



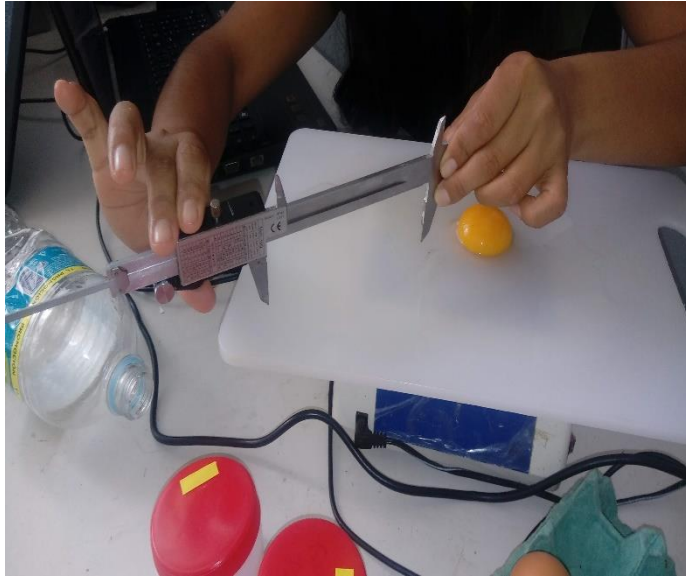
Pesaje de huevo.



Depositar el contenido sobre una plataforma nivelada.



Pesaje de contenido interno del huevo.



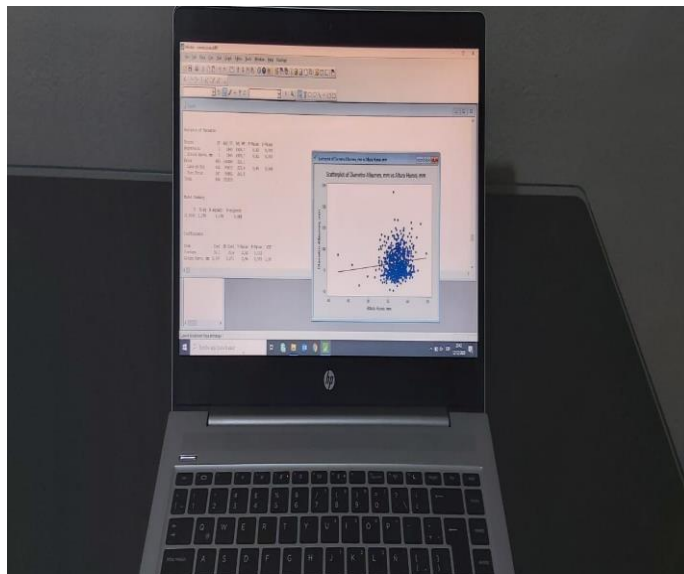
Medición del albumen.



Medición de la yema.



Medición del color de yema.



Análisis de datos