



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola  
Cecilita, Cotaló Tungurahua**

Martínez Mañay, José Luis

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Nutrición y Producción Animal

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Nutrición y Producción Animal

Ing. Soria Rodríguez, Julio Walter Mgt.

25 de Mayo del 2020

## Resultado de Verificación Urkund



## Document Information

Analyzed document	JOSE MARTINEZ REVISION.docx (D86610123)
Submitted	11/25/2020 2:19:00 PM
Submitted by	Ortiz Manzano Mario Leonardo
Submitter email	mlortiz@espe.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	mlortiz.espe@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Alfredo Herrera.docx Document Tesis Alfredo Herrera.docx (D35617201) Submitted by: ajherrera3@espe.edu.ec Receiver: ceulloa1.espe@analysis.arkund.com		2
<b>SA</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis Final.docx Document Tesis Final.docx (D54615681) Submitted by: mlortiz@espe.edu.ec Receiver: mlortiz.espe@analysis.arkund.com		5
<b>W</b>	URL: <a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&amp;context=zootecnia">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&amp;context=zootecnia</a> Fetched: 12/2/2019 3:10:54 AM		5
<b>SA</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / YURY HERNANDEZ TESIS.docx Document YURY HERNANDEZ TESIS.docx (D57078063) Submitted by: mlortiz@espe.edu.ec Receiver: mlortiz.espe@analysis.arkund.com		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://riinet.upv.es/bitstream/handle/10251/71437/RODRIGUEZ320-320TIPIFICACI">https://riinet.upv.es/bitstream/handle/10251/71437/RODRIGUEZ320-320TIPIFICACI</a> -- Fetched: 9/30/2019 7:40:10 PM		4
<b>W</b>	URL: <a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1176&amp;context=zootecnia">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1176&amp;context=zootecnia</a> Fetched: 10/29/2019 5:59:55 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456004.pdf">https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456004.pdf</a> Fetched: 8/7/2020 2:50:07 AM		4
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/34618561-Area-agropecuaria-y-de-recursos-naturales-renovables-...">https://docplayer.es/34618561-Area-agropecuaria-y-de-recursos-naturales-renovables ...</a> Fetched: 4/30/2020 5:26:11 AM		1
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.fao.org/3/a-al703s.pdf">http://www.fao.org/3/a-al703s.pdf</a> Registro Fetched: 11/25/2020 2:21:00 PM		1
<b>SA</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / ANTEPROYECTO 13-8-2017.docx Document ANTEPROYECTO 13-8-2017.docx (D30093094) Submitted by: jevillacs@espe.edu.ec Receiver: jevillacs.espe@analysis.arkund.com		6
	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Eduardo Tesis.docx		

**URKUND**

<b>SA</b>	Document Eduardo Tesis.docx (D36561865) Submitted by: palandazuri@espe.edu.ec Receiver: palandazuri.espe@analysis.urkund.com	 4
<b>SA</b>	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / PROYECTO ALFREDO HERRERA.docx Document PROYECTO ALFREDO HERRERA.docx (D29753080) Submitted by: biblioteca@espe.edu.ec Receiver: crocepeda.espe@analysis.urkund.com	 1
<b>SA</b>	TESIS tuza y balance 8 de abril 2019-2.docx Document TESIS tuza y balance 8 de abril 2019-2.docx (D50371935)	 1



Ing. Soria Rodríguez, Julio Walter Mgt.

Director

C.C.: 1600230427

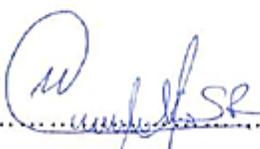


VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola Cecilita, Cotaló Tungurahua**” fue realizado por el señor **Martínez Mañay, José Luis** el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 25 de Mayo del 2020



.....

Ing. Soria Rodríguez, Julio Walter Mgt.

Director

C.C.: 1600230427



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

CENTRO DE POSGRADOS

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Martínez Mañay, José Luis**, con cédula de ciudadanía n° 1802134047, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola Cecilita, Cotaló Tungurahua** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 25 de Mayo del 2020



.....  
Martínez Mañay, José Luis

C.C.: 1802134047



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

CENTRO DE POSGRADOS

### AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Martínez Mañay, José Luis** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Valoración de la calidad del huevo comercial de gallinas Lohmann Brown, en la granja avícola Cecilita, Cotaló Tungurahua** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 25 de Mayo del 2020



.....  
Martínez Mañay, José Luis

C.C.: 1802134047

### **Dedicatoria**

De manera especial dedico este trabajo a mi esposa María Cristina, mis hijos Emmita y José Joaquín y mi querido padre José Antonio mi familia querida, base fundamental de mi vida y por quienes hoy culmino este sueño.

## **Agradecimientos**

A Dios todo poderosos y la Santísima Virgen María por todo aquello que me han concedido realizar en mi vida.

A toda mi familia de manera especial a mi esposa e hijos por su apoyo, y paciencia incondicional para lograr llegar a obtener este anhelado sueño.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, a su equipo docente y administrativo de la Maestría en Producción y Nutrición Animal II Promoción, de manera especial al Ing. Mario Ortiz coordinador e Ing. Julio Soria director de tesis por su inconmensurable colaboración y ayuda para la culminación de este trabajo

A Avícola Cecilita en la persona de la Sra. Cecilia Sánchez, su colaboración y apertura para la realización del presente estudio.

Al Laboratorio de Análisis de alimentos del IASA Sangolquí, en la persona del Dr. Juan Giacometty, por su apoyo y colaboración para el uso del Analizador y demás insumos de laboratorio.

## Índice De Contenido

Resultado de Verificación Urkund .....	2
Certificación .....	4
Responsabilidad de Autoría .....	5
Autorización de Publicación.....	6
Índice de Contenido.....	9
Índice de Tablas .....	13
Índice de Figuras .....	15
Resumen .....	16
Abstract.....	17
Capítulo I.....	18
Planteamiento del Problema.....	18
<i>Problema</i> .....	18
<i>Justificación</i> .....	19
<i>Objetivos</i> .....	21
Objetivo General.....	21
Objetivos específicos. ....	21
<i>Hipótesis</i> .....	21
Capitulo II.....	23
Revisión De Literatura .....	23
<i>El Huevo</i> .....	23
<i>Formación Del Huevo</i> .....	23
Componentes del Huevo.....	24
<i>La Yema</i> .....	24
<i>La Albumina o Clara</i> .....	26
<i>El Cascarón</i> .....	27
Calidad del Huevo. ....	30

Evaluación de la Calidad del Huevo.....	31
<i>Peso</i> .....	31
<i>Resistencia a la Rotura de la Cáscara</i> .....	32
<i>Grosor de la Cáscara</i> .....	33
<i>Altura de la Albumina</i> .....	34
<i>Coloración de la Yema</i> .....	35
<i>Unidades Haugh</i> .....	36
Factores Que Afectan la Calidad del Cascarón.....	37
<i>Genética</i> .....	37
<i>Edad</i> .....	37
<i>Estrés</i> .....	39
<i>Temperatura</i> .....	39
Enfermedades .....	41
Manejo .....	41
Nutrición.....	42
Minerales.....	43
<i>Calcio</i> .....	43
<i>Fósforo</i> .....	45
Micro minerales.....	45
Balance Electrolítico .....	47
Factores que Afectan la Calidad Interna del Huevo.....	47
<i>Edad de las Aves</i> .....	48
<i>Estirpe de las Aves</i> .....	48
Nutrición.....	49
Enfermedades.....	50
<i>Tiempo, Humedad y Temperatura de Almacenaje</i> .....	50

	11
<i>Programas de Iluminación</i> .....	51
<i>Gallinas Lohman Brown</i> .....	52
Requerimientos Nutricionales De Las Gallinas Ponedoras.....	52
<i>Energía</i> .....	53
<i>Proteína y Aminoácidos</i> .....	54
<i>Grasas</i> .....	54
<i>Minerales</i> .....	55
<i>Vitaminas</i> .....	55
<i>Digital Egg Tester 6000 (DET 6000)</i> .....	55
Capitulo III.....	57
Materiales Y Métodos.....	57
<i>Ubicación de la Investigación</i> .....	57
Ubicación Geográfica.....	57
Ubicación Ecológica.....	58
<i>Materiales y Equipos</i> .....	59
Materiales de Campo.....	59
Materiales y Equipos de Laboratorio.....	59
<i>Métodos de Estudio</i> .....	59
Variables en Estudio.....	60
<i>Peso del Huevo y Criterio de Clasificación</i> .....	60
<i>Altura de la Albumina</i> .....	61
<i>Coloración de la Yema</i> .....	61
<i>Unidades Haugh</i> .....	61
<i>Resistencia de la Cáscara</i> .....	62
<i>Grosor de la Cáscara</i> .....	62
Grupos en Estudio.....	62

Diseño Experimental.....	62
<i>Características De Las Unidades Experimentales.....</i>	63
Análisis Funcional.....	63
<i>Métodos Específicos del Manejo del Experimento.....</i>	64
<i>Toma De Muestras Del Experimento. ....</i>	64
Resultados Y Discusión.....	66
<i>Resultados De Calidad Del Huevo Comercial .....</i>	66
<i>Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 42 y     49 semanas. ....</i>	68
<i>Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 59 y     65 semanas .....</i>	73
<i>Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 77 y     85 semanas. ....</i>	77
<i>Análisis Económico.....</i>	84
Capítulo V.....	85
Conclusiones Y Recomendaciones .....	85
<i>Conclusiones.....</i>	85
<i>Recomendaciones .....</i>	87
Bibliografía .....	88
Anexos.....	94

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Características físicas del huevo comercial de gallina .....	30
<b>Tabla 2</b> Clasificación de los huevos frescos de gallina por su masa (peso) unitario, masa por docena y por 30 unidades en gramos. ....	31
<b>Tabla 3</b> Clasificación de la calidad del cascarón de huevos color marrón de acuerdo a la resistencia a la ruptura. ....	33
<b>Tabla 4</b> Recomendación de niveles de nutrientes para ponedoras Lohmann Brown. ....	53
<b>Tabla 5</b> Características geográficas y ambientales. ....	57
<b>Tabla 6</b> Características de la ubicación ecológica. ....	58
<b>Tabla 7</b> Factores en estudio.....	60
<b>Tabla 8</b> Criterio de clasificación de los huevos por su tipo y peso (g).....	60
<b>Tabla 9</b> Características físicas del huevo comercial de gallina. ....	61
<b>Tabla 10</b> Distribución de los grupos de estudio experimentales. ....	62
<b>Tabla 11</b> Resultados de la calidad del huevo comercial de la Avícola Cecilita en relación a la norma INEN 1973-2011.....	67
<b>Tabla 12</b> Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase.....	68
<b>Tabla 13</b> Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase. ....	68
<b>Tabla 14</b> Análisis de la Varianza de la Variable Albumina.....	69
<b>Tabla 15</b> Análisis de la Varianza de la Variable Unidades Haug .....	69
<b>Tabla 16</b> Análisis de la Varianza de la Variable Dureza del Cascarón .....	69
<b>Tabla 17</b> Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 42-50 semanas. Avícola Cecilita. ....	71
<b>Tabla 18</b> Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 42-50 semanas “Avícola Cecilita”.....	72

<b>Tabla 19</b> <i>Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase</i> .....	73
<b>Tabla 20</b> <i>Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase</i> .....	73
<b>Tabla 21</b> <i>Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 51-70 semanas. “Avícola Cecilita”</i> .....	75
<b>Tabla 22</b> <i>Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 51-70 semanas “Avícola Cecilita”</i> .....	75
<b>Tabla 23</b> <i>Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase</i> .....	77
<b>Tabla 24</b> <i>Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase</i> .....	77
<b>Tabla 25</b> <i>Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 71 semanas- Hasta final “Avícola Cecilita”</i> .....	79
<b>Tabla 26</b> <i>Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 71 semanas hasta final “Avícola Cecilita”</i> .....	79

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Estructura del huevo de Gallina</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Fotografía del Lugar del Experimento. Granja Avícola Cecilita. Cotaló. Provincia de Tungurahua</i> .....	58
<b>Figura 3</b> <i>Efecto de la modulación de dietas (42y 47 semanas)</i> .....	72
<b>Figura 4</b> <i>Efecto de la modulación de dietas (59 y 65 semanas)</i> .....	76
<b>Figura 5</b> <i>Efecto de la modulación de dietas (77 y 85 semanas)</i> .....	80
<b>Figura 6</b> <i>Variación de los CV (%) en función de la modificación de las dietas</i> .....	83

## Resumen

En la presente investigación se determinó la calidad del huevo comercial de gallinas Lohman Brown de 49 a 85 semanas de postura en la granja avícola “Cecilita”, Cotaló, en la provincia de Tungurahua. Las variables medidas fueron peso, resistencia de cáscara, Unidades Haug, coloración de yema, altura de albumina, espesor de cáscara y criterio de calidad. Se empleó un sistema de estadística descriptiva, para determinar la media aritmética, coeficiente de variación (CV%), rangos máximo y mínimo, usando el Analizador de huevos DET 6000, el parámetro que presentó un  $CV > 10\%$  fue revisado el o los nutrientes involucrados en el mismo. Los resultados indican que en cuanto a las variables descritas anteriormente, los huevos analizados se encuentran dentro de la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011. Las variables altura de la albumina, (16,45%; 23,71% y 16,22%), Unidades Haugh (10,15%; 12,05% y 10,3%) y, grosor de la cáscara (21,01%; 21,34% y 31,23%) presentaron  $CV > 10\%$ . En función de los resultados se efectuaron ajustes nutricionales en las dietas, optimizando los porcentajes del calcio grueso de 60% hasta un 90% del total del  $Ca^{++}$  grueso de toda la fórmula; se ajustaron valores para la energía de 2775 a 2811 kcal/kg y de grasa de 4,1 a 5,1%, más la inclusión de minerales orgánicos a base de levadura de Selenio Bioplex Se® Alltech y SSF Allzyme® SSF, ajustes en el plan de revacunación de la parvada, vacuna mixta NC+BI, así como mejoras en la frecuencia de recolección y almacenaje de los huevos. Con la modificación de las dietas se logró obtener un aumento de 21,82 cubetas de huevos sanos diarias con un ingreso de \$16.61 USD. El estudio permitió optimizar y mejorar la productividad y la calidad de huevos comerciales.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **POSTURA**
- **CALIDAD**
- **DIGITAL EGG TESTER**

### **Abstract**

In this research, the quality of the commercial egg of Lohman Brown hens between 49 to 85 weeks of laying in the “Cecilita” poultry farm, Cotaló, in the province of Tungurahua was determined. The variables measured were weight, shell strength, Haug units, yolk color, albumen height, shell thickness and quality criteria. A descriptive statistical system was used to determine the arithmetic mean ( $\bar{x}$ ), coefficient of variation (CV%), maximum and minimum ranges using the DET 6000 Egg Analyzer, the parameter that presented a CV > 10% was revised on the nutrients involved in it. The results show that regarding the variables described on the top, eggs analyzed are in accordance of the Ecuadorian technical standard INEN 1973: 2011. The variables albumin height (16.45%; 23.71% and 16.22%), Haugh Units (10.15%; 12.05% and 10.3%) and shell thickness (21.01%; 21.34% and 31.23%) presented CV > 10%. Depending on the results, nutritional adjustments were made in the diets, optimizing the percentages of ground limestone calcium between 60% to 90% of the total entire formula; energy values were adjusted from 2775 to 2811 Kcal EM / kg and fat from 4.1 to 5.1%, plus the inclusion of organic minerals based on Selenium Bioplex Se<sup>®</sup> Alltech yeast and SSF Allzyme<sup>®</sup> SSF, adjustments in the flock revaccination plan, NC + BI mixed vaccine, as well as improvements in the frequency of collection and storage of eggs. With the modification of the diets it was possible to obtain an increase of 21.82 buckets of healthy eggs daily with an income of \$ 16.61 USD. The study allowed to optimize and improve the productivity of the quality of commercial eggs.

#### **KEY WORDS:**

- **LAYING**
- **QUALITY**
- **DIGITAL EGG TESTER**

## Capítulo I

### Planteamiento del Problema

#### *Problema*

Durante las últimas tres décadas se ha podido evidenciar un crecimiento dinámico y notable en la producción mundial de huevos, durante las cuales la producción pasó de 29.3 millones de toneladas en 1983 a 73.8 millones de toneladas en el 2013, registrando un crecimiento del 54.6%. (FAO, 2018)

Según el Registro Nacional Avícola, (2017), en el Ecuador existían 8.355.801 gallinas ponedoras mientras que para el año 2018 según el ESPAC esta cifra creció a 9.759.000 aves evidenciando un crecimiento del sector en un 14,37%. En la región Sierra están ubicadas 7.986.962 aves y en la provincia de Tungurahua 4.797.245 aves que corresponden al 58,78% de las aves de postura de huevos comerciales a nivel nacional.

La producción de huevos en planteles avícolas a nivel nacional según el ESPAC (2017) está en 43.074.264, siendo la región sierra la de mayor producción con 37.762.232 seguidas por la región Costa con una producción de 5.311.911 de huevos. La producción avícola nacional en el Ecuador abastece el 100% de la demanda de carne de pollo y huevos de consumo y alrededor del 95% de la demanda de carne de pavo. (Cevallos, 2016)

El análisis de los huevos se ha convertido en una herramienta muy útil para establecer la calidad de los mismos, de manera especial en explotaciones avícolas grandes. La presente investigación tuvo como objetivo efectuar una valoración estadística de la calidad de los huevos producidos en la Granja Avícola "Cecilita" de la parroquia Cotaló en la provincia de Tungurahua, partiendo del análisis de la calidad de sus huevos, determinando las variables peso, altura de la Albumina, color de la yema, Unidades Haugh, resistencia y grosor de la cáscara, y el respectivo

criterio de calidad, con el uso del analizador digital DET 6000, para luego haciendo una valoración de las dietas utilizadas y de acuerdo a los requerimientos de las aves comerciales de la estirpe Lohman Brown, se efectuaron modulaciones de las mismas, y posterior a esto realizamos una nueva valoración de la calidad de los huevos obtenidos, para determinar si las recomendaciones propuestas tuvieron el resultado esperado en cuanto a calidad dentro de la norma INEN 1973:2011 que rige en nuestro país, e impacto económico dentro de la producción de esta Granja.

### ***Justificación***

La evolución del sector avícola ha sido la más rápida y la de mayor alcance de todas las producciones zootécnicas. Su alto grado de intensificación productiva y de desarrollo tecnológico le ha procurado un carácter "industrial" y una organización empresarial. (Instituto de estudios del Huevo, 2002).

Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador el consumo per cápita de huevos en el Ecuador aumento de 90 unidades por año en 1990 a 140 unidades por año (equivalente a 7 kg aproximadamente) en el año 2013. Para el año 2017 se estima un consumo per cápita de 160 a 165 unidades per cápita. (CONAVE, 2014)

Los defectos en la calidad del huevo de consumo son uno de los mayores problemas con los que se encuentran los productores y distribuidores, esto conlleva a una pérdida en la eficiencia de la industria y una pérdida de confianza del consumidor si los huevos de baja calidad llegan a su mesa. (Coutts, 2007).

Los huevos son productos frágiles y están sujetos a pérdida de calidad a medida que envejecen. Además, cada uno de los componentes principales del huevo (la cáscara, la albúmina y la yema) tiene una variabilidad natural que en muchas ocasiones no están en línea con los

requisitos de consistencia de los consumidores modernos. Los métodos de producción y sanidad planificados, así como los procedimientos eficientes en el control de calidad ayudan a reducir esta variación y son fundamentales para la comercialización exitosa de los huevos (De Ketelaere, y otros, 2004). Estudios efectuados por Ahmad & Balander (2013) determinaron que el total de huevos rotos o perdidos antes de llegar a su destino final oscilaban entre el 13 y 20% de la producción total.

En el Ecuador el Servicio Ecuatoriano de Normalización a través de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1973:2011 establece los requisitos que deben cumplir los huevos comerciales y ovoproductos para el consumo humano; misma que fue elaborada en el 1973 y no ha sido modificada hasta la fecha (INEN, 2011); tampoco se ha reportado investigaciones con respecto a la calidad de los huevos que se comercializa en el país y su relación con la nutrición y formulación de dietas.

Ante lo expuesto anteriormente es importante considerar que no se encuentran en la literatura científica nacional información sobre la relación entre el aspecto nutricional con los parámetros de calidad del huevo en la provincia de Tungurahua, y sobre todo no se ha logrado establecer el efecto de una modificación en la composición de las dietas, basadas en un análisis de calidad de los mismos, que permitan mejorar la calidad y su contenido, procurando de esta manera que el consumidor final reciba un producto de muy alta calidad para su consumo diario. Así mismo este estudio contribuirá al mundo científico con información y metodologías que permitan mejorar la producción, manejo y calidad del huevo en los productores avícolas de la parroquia Cotaló, de la provincia de Tungurahua.

## **Objetivos**

### **Objetivo General.**

Determinar la calidad del huevo comercial de gallinas Lohman Brown de 49 a 85 semanas de postura mediante la valoración de los diferentes parámetros de calidad establecidos en la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011, para mejorar la productividad y persistencia de postura en la granja avícola “Cecilita”, Cotaló, Tungurahua.

### **Objetivos específicos.**

Determinar la calidad del huevo comercial (Peso, Resistencia de cáscara, Unidades Haug, Coloración de yema, altura de albumina, Espesor de cascara y criterio de calidad), en la Granja avícola “Cecilita”, mediante el uso del analizador NABBEL DET 6000.

Comparar los diferentes parámetros de calidad de la Granja y contrastar con la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011.

Realizar ajustes nutricionales de las dietas empleadas en la alimentación de aves, en función de los resultados obtenidos.

Determinar el efecto de la modulación de las dietas sobre los parámetros de calidad evaluados.

Determinar el beneficio-costo de la modulación de las dietas sobre la productividad y calidad de huevo.

## **Hipótesis**

**H0:** Los parámetros de calidad del huevo comercial producido en la Granja avícola “Cecilita” si mejoraron con la modificación nutricional de las dietas empleadas.

**H1:** Los parámetros de calidad del huevo comercial producido en la Granja avícola “Cecilita” no mejoraron con la modificación nutricional de las dietas empleadas.

## Capítulo II

### Revisión De Literatura

#### *El Huevo*

“El huevo es un alimento con alto valor biológico, el cual contiene altos tenores de aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales y ácidos grasos indispensables para la buena nutrición del ser humano”. (Gallardo & Salvador, 2016)

El huevo es uno de los primeros alimentos utilizados por el hombre y su consumo está ampliamente distribuido en la población mundial. El huevo de ave no solo es una herramienta para la reproducción sino que también es una fuente de alimento valiosa para los seres humanos. El tamaño del huevo y la calidad interna de los mismos son importantes tanto para el consumidor como para el proceso de incubación. (Sekerolglu & Altuntas, 2009)

#### *Formación Del Huevo*

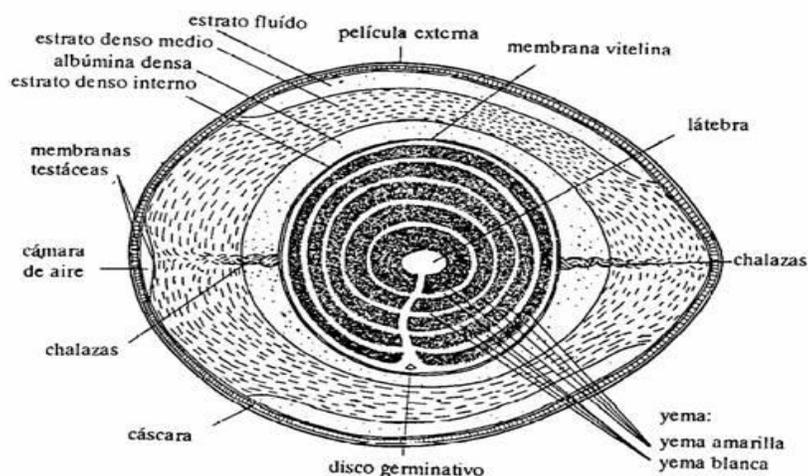
La gallina ponedora moderna, puede producir más de 300 huevos por año y más de 500 huevos en un ciclo de vida prolongado. Esto no sería posible sin la ovulación continua, un rasgo ya heredado en los antepasados de nuestras estirpes modernas. En el ovario de las gallinas recién nacidas se encuentran más de 12.000 ovocitos. De estos, solo una pequeña proporción (250-500) más tarde adquirirán yema y se convertirán en folículos ovulatorios maduros para dar lugar a la formación de huevos. (Kaspers & Bernard, 2016)

El huevo se forma en el aparato reproductor de la gallina, el cual se encuentra constituido por dos estructuras el ovario y el oviducto, desarrollándose únicamente el ovario izquierdo mientras que el derecho se atrofia. Su desarrollo es estimulado por varias hormonas gonadales, tales como la progesterona mientras que los estrógenos y andrógenos promueven el desarrollo del tejido glandular, muscular y conjuntivo (Escorcía & Moreno, 2016), sin embargo,

no podemos obviar el importante papel que desarrollan en la reproducción, el cerebro (adenohipófisis), el hígado y el sistema óseo.

### Figura 1

#### *Estructura del huevo de Gallina*



*Nota:* (Avi-vet, 2010)

#### Componentes del Huevo.

##### *La Yema.*

La yema se desarrolla en el ovario, a partir de un óvulo rodeado por la pared folicular. La yema consiste principalmente de grasa (36%), proteína (17%) y agua; de la fracción grasa el 65-70% corresponden a triacilgliceroles, el 25-31% a fosfolípidos y el 4-5% al colesterol. En cuanto a la fracción proteica la yema está compuesta de  $\alpha$ -livetina (14% en albúmina sérica),  $\beta$ -livetina (41% en glicoproteínas) y  $\gamma$ -livetina (45% en inmunoglobulina Y). Los carbohidratos, vitaminas y compuestos inorgánicos representan menos del 1% de la yema. El color característico de la yema es producido por los carotenoides, en particular por las xantofilas. (Kaspers & Bernard, 2016)

El origen de sus nutrientes puede ser doble: síntesis endógena o dietética, todos los componentes son transportados hasta el ovario por vía sanguínea a partir del hígado, tanto las grasas de la yema como las proteínas de la yema se sintetizan en el hígado, un proceso inducido por el estrógeno y la testosterona secretada por los folículos en proceso de maduración en el ovario. La fracción grasa se transporta en la sangre como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Estas proteínas se unen a un receptor específico llamado LR8, que se expresa altamente en la membrana del ovocito y posteriormente se endocita en la yema.

Otra proteína importante de la yema que no se sintetiza en el hígado es la inmunoglobulina Y (IgY). Se origina a partir de células plasmáticas en el tejido linfoide que se diferencia de los linfocitos B durante las respuestas inmunes, y es transportada activamente desde la sangre al ovocito, un proceso mediado por un receptor específico de la familia de receptores de la manosa en la membrana del ovocito conocido como FcRY. (Härtle, Magor, Göbel, Davison, & Kaspers, 2014)

En el infundíbulo que es la entrada del oviducto, es el sitio en donde la yema o vitelo es capturada tras la ovulación. Tiene forma de embudo y el tiempo de permanencia es aproximadamente de 1 hora. Durante este tiempo, se forma la membrana vitelina que, se sabe que contiene altas concentraciones de péptidos antimicrobianos ( $\beta$ -defensina, lisozima, proteasas), formando así una barrera interna efectiva contra la infección y evitando también la entrada de agua a partir de la clara. (Kaspers & Bernard, 2016)

La vitelogénesis se produce durante unos 10 días antes de la ovulación, mediante una fase de crecimiento rápido de la yema dentro del folículo ovárico (de 0.06 g a 18 g de peso). Cuando el folículo alcanza la madurez se libera la yema y se produce la ovulación, la misma que será captada por el oviducto a nivel del estigma.

La liberación de la yema desde el ovario se produce de 8 a 10 horas después del pico de LH y la puesta del huevo totalmente formado se efectúa en unas 24 horas más tarde. La siguiente ovulación se producirá en los siguientes 30 minutos, aproximadamente dentro del periodo de luz.

### *La Albumina o Clara*

El albumen o clara inicialmente se forma en el magnum también conocido como glándula albumífera y termina su formación en el útero (Gutiérrez, Díaz, Escorcía, Velasco, & Rangel, 2015). Durante la movilización del óvulo a través del magno la formación de albúmina se desarrolla dentro de las siguientes 3 a 4 horas. La clara está constituida principalmente por agua en un 88%. El 90% de la materia seca corresponden a proteínas, el 6% son minerales y el 3.5% corresponde a glucosa libre. En contraste con las proteínas de la yema, las proteínas de la albúmina no se producen en el hígado, sino en la mucosa del magnum. (Kaspers & Bernard, 2016)

Dentro de su estructura se aprecian, células calciformes las mismas que secretan avidina y ovomucina (albuminas densas), que rodean la yema y son la principal fuente de riboflavina y de proteína del huevo; mientras que la ovoalbúmina, ovotransferrina, ovomucoide y la lisozima son secretadas por otras estructuras conocidas como glándulas tubulares, siendo la ovoalbúmina la más importante (80% de los componentes de la clara) responsable de la consistencia del huevo, así como también desde el punto de vista nutritivo y culinario. (Instituto de Estudios del huevo, 2009)

Esta síntesis de proteínas se encuentra bajo la regulación de las hormonas esteroideas ováricas, estrógenos y progesterona y está inducida por estimulación mecánica a medida que el huevo en formación se desplaza hacia abajo del magnum y es independiente de la regulación

endocrina o neuronal, su depósito se efectúa de forma continua durante las 3 horas y 30 minutos que tarda este proceso incorporándose también iones tales como sodio, cloro, magnesio, calcio, bicarbonato, el agua, e hidratos de carbono.

La síntesis proteica y por tanto el depósito de la albumina se efectúa en capas concéntricas, al salir el huevo del magnum se produce una rotación del huevo en el útero que ocasiona la formación de las chalazas por la torsión de las fibras proteicas del albumen. (Barroeta, 2012). En la clara se encuentran más de la mitad de las proteínas del huevo y es rica en aminoácidos esenciales y está exenta de lípidos. Las vitaminas B<sub>2</sub> y niacina están en mayor cantidad en la clara que en la yema. La clara se presenta transparente, sin embargo en ocasiones puede presentar alguna nube blanquecina que suele estar relacionada con la frescura del huevo.

El albumen cumple algunas funciones entre las más destacadas: protección al embrión por sus propiedades antimicrobianas debido a sus numerosos péptidos que incluyen la lisozima, la avidina, la cistatina y varias defensinas, aporta también con nutrientes para el desarrollo del huevo y resguardan a la yema o (embrión) en posición central alejada del cascarón y evitando su contaminación Etches, 1996 citado en Kaspers, 2016.

#### *El Cascarón.*

El cascarón también llamado cáscara, es la única estructura mineralizada producida por las aves para aislar y proteger el desarrollo y crecimiento del embrión de las agresiones ambientales, trauma físicos, invasión de microorganismos y deshidratación, así mismo por su diseño, facilita el intercambio gaseoso por la presencia de poros, y amortigua cambios de temperatura, constituyéndose en una fuente primaria de Ca<sup>++</sup> para el desarrollo del embrión (Gutiérrez., et al, 2015). En la industria del huevo comercial, la cáscara de huevo proporciona un

paquete perfecto para un alimento valioso. Así como para el embrión, la cáscara ofrece protección contra el daño mecánico y la contaminación de sus contenidos, para que el huevo llegue a los consumidores libres de bacterias, virus y otros patógenos. (Hunton P. , 2005)

El cascarón representa el 9,3% del peso total del huevo, químicamente está compuesto de 1,6 de agua; 95.1% de minerales, de los cuales 93,6% corresponden a carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en forma de calcita; 0,8% de carbonato de magnesio y 0,73% de fosfato tricálcico y finalmente 3,3% de materia orgánica . El cascarón se forma en el útero, que corresponde al aparato reproductor de la gallina; un huevo se forma aproximadamente en 25 horas de las que 21 son necesarias para la formación del cascarón. (Escorcia & Moreno, 2016)

Soler & Bueso (2017) informan también que , la cáscara presenta tres capas : la capa más interna, o capa mamilar, unida a la membrana testácea externa por puentes de queratina (compuesta únicamente por  $\text{CaCO}_3$ ), y que representa un tercio del espesor total, con una estructura de conos sobre los que se realiza la calcificación; la capa intermedia, esponjosa o empalizada, formada por cristales de  $\text{CaCO}_3$  y Mg, y de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , dispuestos en forma de columnas o empalizada, unidas por fibras colágenas elásticas, estas columnas dejan unos espacios o poros, que van de 7.000 a 15.000, imprescindibles para el intercambio gaseoso y son especialmente numerosos en la zona del polo ancho del huevo, donde aparece la cámara de aire. Y finalmente la capa más externa o cutícula, formada por una membrana orgánica compuesta por glucoproteínas, con función de barrera protectora antimicrobiana, misma que pierde humedad y desaparece entre dos y cuatro días después de la ovoposición. Estas capas se forman en el istmo distal y la glándula de la cáscara durante un período de tiempo de aproximadamente 19 a 20 h. La cutícula se deposita sobre la cáscara del huevo en el útero de 1.5 a 2.0 h antes de la ovoposición. (Nys & Guyot, 2011)

Samiullah, Roberts, & Chousalkar, (2015) mencionan que la cáscara del huevo está compuesta principalmente de calcita, pero también hay una capa delgada de hidroxiapatita en la cutícula interna. El proceso de calcificación requiere aproximadamente de 2 a 2,5 g de calcio por cada huevo, los cristales de calcita, crecen desde los núcleos mamilares para formar palizadas altamente organizadas que dan una fuerza única a la cáscara del huevo. El 60-80% del calcio se absorbe desde el intestino durante la formación de la cáscara. El 20-40% restante de calcio requerido se moviliza desde el hueso. La reabsorción enteral de calcio está regulada por la 1,25-dihidroxitamina D3, y la proteína transportadora de Ca Calbidina; mientras que la movilización de calcio del hueso está bajo el control de la 1,25-dihidroxitamina D3 y la hormona paratiroidea (PTH).

La deposición de carbonato cálcico es constante, con un ritmo de 0,3-0,35 mg/h, esencialmente en horario nocturno (de las 18 a las 8 horas), ya que comienza unas diez horas después de la ovulación, que se produce generalmente por la mañana. El  $\text{CaCO}_3$  se deposita sobre la membrana testácea externa, procediendo de la unión, en el líquido uterino, del calcio con el  $\text{HCO}_3^-$ , producido en las glándulas calcíferas por hidratación del  $\text{CO}_2$  gaseoso en presencia de anhidrasa carbónica. (Soler & Bueso, 2017)

Las membranas testáceas o fáfarras son dos finas membranas inseparables que rodean la yema y la clara, formadas por fibras proteicas en el istmo, permeables y que recubren internamente la cáscara. Sobre ellas se depositan los cristales de  $\text{CaCO}_3$  que van a dar lugar a la mineralización de la cáscara Cepero, 1995 citado en Soler & Bueso, 2017.

El paso final antes de la ovoposición es la deposición de una membrana serosa sobre la cáscara del huevo llamada cutícula. Está compuesta por polisacáridos, lípidos y más de 50 proteínas, muchas de ellas con actividades antimicrobianas. Por consiguiente, su función

principal es prevenir la penetración de microbios en el huevo y limitar la pérdida de agua del huevo Schusser B, et al 2013 citado en Kaspers, (2016). El color de la cáscara, que puede ser blanco o marrón según la raza de la gallina, depende de la concentración de pigmentos, denominados porfirinas, depositados en la matriz cálcica y no afecta a la calidad, ni a las propiedades nutritivas del huevo.

#### Calidad del Huevo.

“La calidad del huevo es la suma de todos los factores de calidad, que son significativos para el uso de los huevos como producto alimenticio. La calidad del huevo se puede definir objetivamente como la suma de todas las características sensoriales, nutricionales, y de seguridad relacionada con el proceso de los huevos”. (Schwägele, 2011)

**Tabla 1**

*Características físicas del huevo comercial de gallina*

<b>Parámetro</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método de ensayo</b>
Color de la yema	7	12	Unidades de color	Abanico colorimétrico para yema
Grado de frescura	70	110	Unidades Haug	Medición de unidades Haug
Cámara de aire	.....	15	Milímetros	Medición directa
Espesor de la cascara	0.28	0.37	Milímetros	Medición directa
Gravedad específica	1.074	1.140	.....	Solución salina

*Nota:* Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011, INEN 2011

**Tabla 2**

Clasificación de los huevos frescos de gallina por su masa (peso) unitario, masa por docena y por 30 unidades en gramos.

<i>Tipo(tamaño)</i>	<i>Masa unitaria(g)</i>		<i>Masa por docena(g)</i>		<i>Masa por 30 huevos(g)</i>	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
<i>I.Supergigante</i>	76	.....	912	.....	2280	.....
<i>II. Gigante</i>	70	76	840	912	2100	2280
<i>III. Extragrande</i>	64	70	768	840	1920	2100
<i>IV. Grande</i>	58	64	696	768	1740	1920
<i>V. Mediano</i>	50	58	600	696	1500	1740
<i>VI. Pequeño</i>	46	50	552	600	1380	1500
<i>VII. Inicial</i>	.....	46	.....	552	.....	1380

*Nota:* Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011, INEN 2011

En nuestro país la NTE INEN 1973:2011 establece los requisitos que deben cumplir los huevos comerciales y ovoproductos para que sean considerados aptos para el consumo humano. Esta norma regulariza las características físicas, químicas y microbiológicas que debe poseer los huevos comerciales (Tabla 1) y establece su clasificación en función al peso (Tabla 2).

#### Evaluación de la Calidad del Huevo.

##### *Peso.*

El peso del huevo es el criterio principal utilizado en la clasificación de los huevos y, como resultado, esto influirá en valor de venta de un huevo. El peso de un huevo varía entre 50 y 70 g dependiendo principalmente de la edad de la gallina y, en menor medida, de su genotipo. El peso del huevo aumenta con la edad de la gallina, lo que aumenta la heterogeneidad de este producto. (Travel & Nys, 2011)

El tamaño de los huevos aumenta al aumentar la edad de las gallinas al mismo tiempo que aumenta el peso de la cáscara o ésta se mantiene igual. De cualquier manera, los aumentos en el peso del huevo no están acompañados por un aumento proporcional en el peso de la cáscara, por lo que la relación entre el peso de la cáscara y el peso del huevo disminuyen. (Ahmadi & Rahimi, 2011)

Por lo tanto, la mayoría de las estirpes comerciales modernas son ahora capaces de alcanzar pesos de los huevos de 60 g a las 26 semanas de edad y 65,5 g en las 50 semanas, y mantener los mismos hasta el final de su ciclo de postura que es típicamente alrededor de 72-74 semanas de edad. Siendo los objetivos más importantes con respecto al peso del huevo lograr un aumento rápido en el peso del huevo entre las 22 a 23 semanas de postura y estabilizarlo su nivel de peso a partir de la semana 45 (Schwägele, 2011). El peso del huevo es convenientemente medido a través del uso de una balanza apropiada. (Roberts J. , 2004)

#### *Resistencia a la Rotura de la Cáscara*

La calidad o resistencia de la cáscara depende principalmente del metabolismo mineral de la gallina y, a su vez, de una adecuada alimentación. Otros factores que influyen sobre la calidad de la cáscara son la genética, el estado sanitario y la temperatura (Instituto de estudios del huevo, 2009).

Sin embargo, para las operaciones comerciales de gallinas de postura y reproductoras, la calidad de la cáscara significa un aumento en el grosor de la cáscara y la resistencia a la rotura de la misma, con la finalidad de reducir el número de huevos quebrados, un mayor número de huevos vendibles / incubables y de ser el caso, un mayor número de pollitos viables.

La prueba evalúa las propiedades mecánicas de la cáscara del huevo, midiendo la resistencia del cascarón a la ruptura mediante un mecanismo de compresión el cual registra la

fuerza mínima requerida, para provocar la ruptura del cascarón (Ortiz & Mallo, 2013; Roberts, 2004). Se ha encontrado que la cantidad y el grosor de la cáscara del huevo están relacionados con la resistencia de la cáscara del huevo Hamilton, 1982 citado en Roberts, (2004).

**Tabla 3**

*Clasificación de la calidad del cascarón de huevos color marrón de acuerdo a la resistencia a la ruptura.*

<b>Clasificación calidad de la cáscara</b>	<b>Resistencia g/mm<sup>2</sup> Marrón</b>
<i>Muy Buena</i>	3,600-3,900
<i>Buena</i>	3,250-3,550
<i>Regular</i>	3,100
<i>Mala</i>	2,900

*Nota:* (Aldana, 2016)

*Grosor de la Cáscara.*

La resistencia de una cáscara de huevo está determinada no solo por la cantidad de cáscara presente, sino también por la calidad de su construcción. El grosor de la cáscara se puede medir con un medidor adecuado y generalmente se toma una muestra de tres piezas de cáscara tomadas de todo el ecuador del huevo.

Rodriguez, Kalin, Nys, & Garcia (2002) mencionan que existe una relación lineal entre la resistencia de la cascara y su espesor o densidad. Mientras que (Van Toledo et al, 1982), sugieren que la resistencia de la cáscara depende tanto del grosor de la capa de la empalizada así como de la organización y distribución de la calcita en la misma (Mazzuco & Bertechini, 2014), resumen en su estudio que las condiciones que afectan el grosor de la cáscara incluyen : la fisiología del ave, las propiedades de la cáscara del huevo, y si el mismo está sano o es de

buena calidad, el comportamiento de la gallina de postura, el medio ambiente, la nutrición, la edad y la genética del ave.

#### *Altura de la Albumina.*

La calidad de la albúmina no está influenciada solamente por factores genéticos. Los factores ambientales como la temperatura, la humedad, la presencia de CO<sub>2</sub> y el tiempo de almacenamiento también son de primordial importancia en términos del mantenimiento de la calidad del huevo. Su calidad no solo es un indicador importante de la frescura del huevo, sino que también es importante para la industria de los ovoproductos que separan la yema y la albúmina debido a que tienen cualidades muy diferentes, se utilizan para distintos mercados y tienen otros valores comerciales.

La proporción de yema y albúmina está determinada en gran medida por la edad y la estirpe de la gallina Akbar et al., 1983; Ahn et al., 1997 citados en (Scott & Silversides, 2000). El tiempo de almacenamiento y la temperatura parecen ser los factores más importantes que afectan la calidad de la albúmina o la unidad Haugh H.U. (Samiullah, Roberts, & Chousalkar, 2015)

El adelgazamiento de la albúmina (o clara de huevo), que se produce naturalmente durante el almacenamiento, es un indicador importante y sensible que revela el deterioro de la calidad del huevo; y está relacionado a una disminución en la albúmina gruesa y un aumento correspondiente en la albúmina delgada, que causa una reducción en la viscosidad de la albúmina en gel natural. (Yiyang, Wang, & Yuanyuan, 2018)

Mientras más tiempo el huevo dure almacenado se evidencia una reducción de la viscosidad de las albuminas por efecto de un aumento en el PH interno del huevo, conocida

como la licuefacción de las albuminas, mismo que conduce a un proceso de desnaturalización de las proteínas. (Gutiérrez, Díaz, Escorcía, Velasco, & Rangel, 2015)

Según Roberts (2005) una vez que se han puesto los huevos, estos pierden agua por evaporación y la altura de la albúmina disminuye. La tasa de pérdida de peso de los huevos almacenados depende de la temperatura y la humedad, y la pérdida de peso es mayor, a mayor temperatura y menor humedad.

La altura de la albúmina y los valores de las Unidades Haugh (tomando en cuenta por las diferencias en el peso del huevo) se miden rutinariamente. La altura de la albúmina se mide en la porción media de la albúmina gruesa (entre el borde de la misma y la membrana de la yema), utilizando un dispositivo de sensor electrónico. La calidad de la albúmina es muy importante en los mercados donde el consumo de huevo crudo es habitual. (Hy line brown, 2017)

#### *Coloración de la Yema.*

El color de la yema de huevo es uno de los principales criterios utilizados por el consumidor para juzgar la calidad de los huevos. Dependiendo de la ubicación geográfica, la cultura de comercialización y la tradición, existen percepciones específicas con el color. Sin embargo los consumidores en la mayor parte del mundo prefieren una yema con un tono amarillo-dorado (DSM, 2016)

El color de la yema es de gran importancia y siempre debe considerarse en relación con las diferentes expectativas de los consumidores en diferentes países o mercados. Estas demandas subjetivas de color varían entre un amarillo claro y un naranja intenso. El color de la yema está muy influenciado por varios componentes provistos como ingredientes de alimentación a base de varios tipos de carotenoides. (Schwägele, 2011)

Los carotenoides presentes en el alimento de la gallina ponedora son responsables del color de la yema de huevo. Las fuentes más importantes de carotenoides en el alimento de las aves son el maíz amarillo (y derivados), los extractos de caléndula y los carotenoides idénticos a los naturales como la luteína, zeaxantina y apo-ester son carotenoides amarillos mientras que, la cantaxantina es un carotenoide rojo.

### *Unidades Haugh*

Las Unidades Haugh también se utilizan como un indicador reconocido mundialmente de la frescura del huevo. Los huevos con albúminas altas y mayores Unidades Haugh pueden almacenarse por más tiempo manteniendo su apariencia fresca para el consumidor. (Hy line brown, 2017)

Las U.H según Samli, Agma, & Senkoylu ( 2005) (Poggenpoel, 1996) se calculan a partir de la altura de la albúmina gruesa interna y el peso del huevo, y describen la apariencia del huevo cuando se rompe sobre una superficie plana.

Las Unidad Haugh (Haugh 1937) ha sido usada por la industria desde su desarrollo Se trata del logaritmo de la altura del albumen denso corregido con respecto a un peso de huevo de 2 onzas (56,7 gr.) a temperatura superior o igual a 12 ° C. (Sastre, et al., 2002)

Existen otros métodos también para determinar la frescura de un huevo. Un pequeño espacio de aire (<2 mm) y unidades Haugh relativamente altas (> 75) son una buena evidencia de que el huevo está fresco. Sin embargo, la frescura está influenciada por más de un factor, incluida la genética y el estado de salud, así como por el tratamiento de los huevos después de la puesta. (Schwägele, 2011).

## Factores Que Afectan la Calidad del Cascarón.

### *Genética.*

Como resultado de la selección genética, las diferentes estirpes de gallinas ponedoras varían significativamente en la calidad de la cáscara, el tamaño y la producción de los huevos, existen claras diferencias entre las aves comerciales modernas y las razas tradicionales de aves ponedoras.

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. (Roberts J. , 2004)

Algunas estirpes de aves pueden ser capaces de depositar calcio para la cáscara del huevo a un ritmo más rápido que otras, lo que favorece una mejor deposición del mineral. Se ha observado que los huevos marrones oscuros tienen una calidad de la cáscara más alta que los huevos marrones claros. (Gupta, 2008)

### *Edad.*

La edad de las gallinas va a ser un factor determinante, ya que las gallinas de más edad, en las fases finales de su curva de postura, van a dar lugar a una mayor incidencia de cáscaras frágiles, debido al aumento del tamaño del huevo y por menor eficiencia en el proceso de calcificación. También se ve afectado el depósito de protoporfirinas, lo que da lugar a huevos decolorados. En aves jóvenes, con el útero juvenil o inmaduro, se pueden producir huevos en fárfara, por deficiencias del depósito de  $\text{CaCO}_3$ . (Gupta, 2008)

A medida que la gallina envejece, el grosor de la cáscara generalmente disminuye. Las parvadas más viejas ponen huevos más grandes, que se rompen fácilmente. En segundo lugar, la gallina pierde algo de su capacidad para movilizar el calcio del hueso y es menos capaz de producir el carbonato de calcio necesario. La absorción y movilización de calcio disminuye a menos del 50% de lo normal después de las 40 semanas de edad. (Gupta, 2008)

Varios estudios han demostrado que la calidad de la cáscara del huevo disminuye a medida que las aves envejecen Nys, 1986; Roland et al., 1979; Roberts and Ball, 2004, citados en (Roberts, 2004). El tamaño del huevo aumenta al aumentar la edad de la gallina al mismo tiempo que aumenta el peso de la cáscara o ésta se mantiene igual. 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. Las manipulaciones dietéticas que disminuyen el tamaño del huevo pueden mejorar la calidad de la cáscara del huevo en gallinas viejas así como algunos suplementos son eficaces para mejorar la calidad de la cáscara de huevo en gallinas de edad avanzada. Keshavarz, 2003, citado en Roberts ( 2004).

Se ha informado que se produce una disminución en el porcentaje de cáscara en los huevos más grandes depositados por las parvadas más viejas debido a un aumento proporcionalmente mayor en el peso del huevo que en el de la cáscara (Sauveur, 1988; Curtis et al., 2005; Curtis, 2008). A medida que las gallinas se acercan al final del período de postura, hay una disminución notable en la resistencia de la cáscara. (Hamilton et al., 1979; Potts y Washburn, 1983).

Para determinar si los cambios en la microestructura están asociados con el envejecimiento de las gallinas y son responsables de la fragilidad de las cáscaras de huevo, se

analizan la microestructura, la textura cristalográfica y otras propiedades en gallinas de diferentes edades. (Rodríguez, Domínguez, Muñoz, & Ortega, 2013)

### *Estrés.*

Al existir una predisposición genética para la calidad del huevo y su cáscara, los buenos genes pueden alterarse también por el estrés ambiental. Se conoce que el estrés por reubicación tiene efectos en la apariencia visual de los huevos producidos; aumentando la incidencia de huevos recubiertos, huevos ásperos, anillados, con cáscara translúcida, arrugados y deformes Reynard y Savory, 1999 citados en (Roberts, 2004). Los principales tipos de reubicaciones, como el movimiento de un tipo de alojamiento a un entorno de alojamiento completamente nuevo, pueden producir graves defectos visuales del huevo. (Gupta, 2008)

Otros tipos de estrés general puede también afectar la calidad de la cáscara de huevo. Se ha demostrado que las altas densidades de población aumentan la producción de huevos asimétricos (Soler y Bueso, 2017). El estrés también puede inducir retrasos en el momento de la oviposición cuando las gallinas retienen sus huevos y esto puede resultar en un aumento en la incidencia de huevos anillados y arrugados. Otros factores estresantes incluso el manejo de aves que no están acostumbradas a la manipulación puede aumentar la incidencia de huevos rotos. (Roberts J. , 2004)

### *Temperatura.*

Las aves de postura tienen una capacidad limitada para eliminar el calor y, por lo tanto, reducir su propia producción de calor metabólico (termogénesis) cuando experimentan estrés por calor. Esto lo logran principalmente a través de una reducción en el consumo de alimento que da como resultado una menor producción de calor durante la digestión intestinal de los alimentos. (Travel & Nys, 2011)

El stress por calor puede dar como resultado huevos más pequeños y una menor calidad de la cáscara a través de varios procesos fisiológicos que ocurren dentro del ave, el mismo ocasiona la reducción de la ingesta de alimento y limita la disponibilidad de calcio en la sangre para la formación de cáscaras de huevo. También puede reducir la actividad de la anhidrasa carbónica, una enzima que produce la formación de bicarbonato que aporta el carbonato a la cáscara del huevo. (Roberts J. , 2004)

Según (Soler y Bueso, 2017) las altas temperaturas ambientales inducen a un estado de alcalosis, aumentando la eliminación de  $\text{HCO}_3^-$  a través de la orina, reduciendo la concentración disponible de Ca y  $\text{HCO}_3^-$ , lo que genera la aparición de huevos con cáscaras débiles, delgadas y en fáfara.

La calidad de la cáscara del huevo se ve menos afectada si las aves se someten a temperaturas cíclicas en lugar de a temperaturas altas y constantes (Balnave & Brake, 2005). Sin embargo, deben evitarse grandes y rápidas fluctuaciones en la temperatura, ya que esto tendrá un efecto inmediato y notable en la calidad de la cáscara del huevo, mucho antes de que se haga evidente cualquier cambio en la ingesta de alimento. Esto se debe a un cambio metabólico como la alcalosis respiratoria o la disminución del suministro de sangre al útero. (Travel & Nys, 2011)

El adelgazamiento temporal de la cáscara del huevo puede ocurrir durante períodos de alta temperatura ambiente (por encima de  $25^\circ\text{C}$ ), por la reducción del consumo de alimentos. Las mismas recuperan rápidamente el grosor normal cuando se reducen las temperaturas y se normaliza el consumo de alimento. La suplementación con bicarbonato de sodio durante el estrés por calor puede mejorar la calidad de la cáscara de huevo. Altan et al., 2000 citado en (Roberts., 2004).

### Enfermedades.

Las lesiones propias de los procesos patológicos y el consiguiente estrés resultante de cualquier enfermedad pueden traer como consecuencia una pérdida de calidad del huevo. Las principales enfermedades responsables de alteraciones en la cáscara son: Bronquitis infecciosa aviar, la Micoplasmosis aviar, el Síndrome de caída de la postura, el Newcastle y la Laringotraqueitis por sus lesiones y afectación al ovario y glándula de la cáscara. (Soler & Bueso, 2017)

Enfermedades como la bronquitis infecciosa (IB), la enfermedad de Newcastle (ND), la influenza aviar (IA) y el síndrome de caída de huevo (EDS) afectan la calidad de la cáscara. El virus IB causa huevos de cáscara blanda / áspera, decoloración y arrugas de la cáscara. El virus EDS afecta solo a la glándula de la cáscara, pero con ND o IB, cada porción del tracto reproductivo puede verse afectada. (Gupta, 2008)

### Manejo.

El sistema de alojamiento es uno de los principales factores externos que influyen en la calidad de la cáscara de huevo. Se han realizado varios estudios para evaluar el efecto de los sistemas de alojamiento en los parámetros de calidad de la cáscara de huevo, incluidas las jaulas convencionales, las jaulas enriquecidas, sistemas al piso y de producción ecológica.

Las comparaciones directas entre los diferentes tipos de sistemas de producción (por ejemplo, en jaulas, al piso, y de producción ecológica) se han hecho difíciles por la escasez de experimentos en los que todas las demás variables se han mantenido constantes. Algunos de los problemas con la calidad de la cáscara del huevo en gallinas ecológicas están relacionados con la ineficacia de asegurar una dieta equilibrada para las gallinas ponedoras, mientras que Mench

et al., 1996 mencionan efectos de la densidad de la jaula sobre la calidad de la cáscara del huevo. Fraser y Bain., 1994 citados en (Roberts, 2004).

Según (Travel & Nys, 2011) existe cierta evidencia de que el número de cáscaras agrietadas o rotas disminuyen en los sistemas de campo libre y de piso, al final del período de postura. Así mismo indican que el estrés social dentro de los sistemas de alojamiento, el establecimiento de jerarquías y la competencia entre gallinas provocan situaciones de nerviosismo que dan lugar a huevos picados o manchados de sangre, a consecuencia del picaje y canibalismo entre aves, así como a huevos frágiles por deficiente acceso al alimento.

El genotipo de las gallinas y el sistema de alojamiento influyen también en la calidad de la cáscara pues a pesar de que el espesor de la misma fue menor en gallinas de postura alojadas en jaulas convencionales se encontró un valor más alto de la resistencia de las mismas, debido a su mejor formación en cuanto a las características ultra estructurales Ledvinka et al. 2012 citado en (Ketta, 2016).

Según Tumova, Englmaierova, Ledvinka, & Charvatova (2011) mencionan que los sistemas de alojamiento afectan también la microestructura de la cáscara en lo referente a su grosor, resistencia y densidad de poros indicando observar un mayor número de poros en huevos procedentes de jaula versus huevos de gallinas alojadas en pisos.

### Nutrición.

La dieta de las gallinas ponedoras es fundamental para obtener huevos de buena calidad y para optimizar el potencial productivo de las gallinas modernas, tomando en consideración el desafío metabólico que representa la producción de aproximadamente 400 a 405 huevos (25,5kg – 26,5kg) por gallina y que la gallina ponedora requiere exportar aproximadamente 2,2 g de calcio por huevo, sumado a este valor la retención media de calcio, debe consumir 4g de

calcio al día Bouvarel, Nys, & Lescoat, (2011); Lohmann Tierzucht, n.d (2016). Se debe ofrecer a la gallina ponedora un alimento con buena estructura y adecuado valor nutritivo en energía, proteína, aminoácidos, fibra cruda, Ca, P, Zn, metabolitos de la vitamina D3, vitamina C, entre otros nutrientes. Estas dietas deben ajustarse a las diferentes fases de crecimiento y producción de las aves con el objetivo de satisfacer los requerimientos cambiantes de las gallinas ponedoras (Lohmann Tierzucht, n.d, 2016); (Zaviezo, 2016) (Bar, Razaphkovsky, & Vax, 2002)

### **Minerales.**

#### *Calcio.*

La fuente y el tamaño de partícula del calcio utilizado en las dietas de gallina ponedora son dos factores que han recibido considerable atención en los últimos años. La concha de la ostra y la piedra caliza son las 2 fuentes principales de calcio que se utilizan en las raciones de gallinas ponedoras. Ha habido informes contradictorios que indican los efectos beneficiosos de la concha de ostra sobre la piedra caliza y viceversa. (Ahmad & Balander, 2003)

Para Guo y Kim., (2012) el tamaño de la partícula grande de piedra caliza es más beneficiosa para las ponedoras que la partícula de piedra caliza de tamaño pequeño.

El Calcio proviene principalmente del duodeno y del yeyuno, y de forma indirecta del hueso, el calcio puede ser transferido desde, el lumen intestinal hasta el sistema circulatorio por vías paracelulares e intracelulares. En estas rutas están involucradas el 1,25 dihidroxicolecalciferol (Vitamina D) y la proteína transportadora del calcio (Calbidina) así como un sistema dependiente de su concentración en el cual participan los canales de Ca. La principal molécula ingerida es el fosfato de Calcio, que es la forma como se presenta en la mayoría de los alimentos. También se puede presentar en forma de sal mixta asociada al magnesio la misma que es insoluble. El flujo de calcio entre los fluidos extracelular e intra celular está regulado por

la paratohormona y calcitonina, secretadas por las glándulas paratiroides. El calcio total del plasma se encuentra en dos formas principales: el calcio iónico, que es la forma en la cual ejerce sus funciones fisiológicas y la forma no iónica, que se encuentra unido a las proteínas plasmáticas, particularmente la albumina. (Gutiérrez, Díaz, Escorcía, Velasco, & Rangel, 2015)

Indudablemente tanto el exceso como la deficiencia de calcio afectarán negativamente la calidad de la cáscara. El requerimiento de calcio de una gallina ponedora es 4 - 6 veces mayor que el de una gallina no ponedora. El nivel normal de calcio en la sangre es de aproximadamente 20 a 30 mg / dl con una ración de postura normal de 3.56% de calcio.

La absorción intestinal de calcio en la dieta es de aproximadamente el 40% cuando la glándula de la cáscara está inactiva, pero alcanza el 72% cuando está activa. Esta condición coincide estrechamente con la tarde o las horas oscuras de la postura. Tener niveles más altos de calcio en el intestino durante este tiempo es importante para garantizar que el calcio se toma de la dieta y no de los huesos. Los tamaños grandes de partículas de las fuentes de calcio permiten suministro de este elemento durante este tiempo. Para los avicultores es muy importante, los niveles altos de calcio durante el período de crecimiento y levante de la pollita, pues estos interferirán con el desarrollo adecuado de la glándula paratiroidea que posteriormente afectaría al ciclo de postura del ave después. (Gupta, 2008)

La proporción de calcio a fósforo en la dieta es importante ya que los altos niveles de fósforo pueden interferir con la absorción del calcio del intestino, lo que reduce la calidad de la cáscara. Los requerimientos de calcio y fósforo parecen estar influenciados por la edad de las aves, entre otras cosas. (Bar, Razaphkovsky, & Vax, 2002)

### *Fósforo.*

El fósforo juega un papel importante en la deposición de calcio en el esqueleto y la posterior disponibilidad de calcio para la formación de la cáscara del huevo durante el período de oscuridad en los procesos de la postura. El calcio se almacena en el esqueleto casi en su totalidad como fosfato de calcio; por lo tanto, la síntesis de hueso medular requiere fósforo dietético. (Gutiérrez, Díaz, Escorcía, Velasco, & Rangel, 2015)

El contenido de fósforo en la cáscara del huevo es pequeño, 20 mg, comparado con los 120 mg en el contenido del huevo. Los iones fosfato tienen un efecto inhibitorio sobre el  $\text{CaCO}_3$  y ponen fin a la formación de la cáscara. Los altos niveles de fósforo en la sangre inhibirán la movilización del calcio del hueso. La absorción de calcio y fósforo está interrelacionada y puede verse influida por: la fuente y forma del calcio y fosforo, el pH intestinal, la tasa de absorción del Ca y P, la Vitamina D<sub>3</sub>, formulación de las dietas, etc. (Gupta, 2008)

Una forma de garantizar la absorción máxima de calcio es asegurarse de que la dieta no contenga exceso de fósforo (no se requiere más del 0,3-0,4%) (Mavromichalis, 2015). Varios otros informes también indican que el requerimiento mínimo de fósforo total de la gallina ponedora está por debajo del 0,50% en la dieta. (Ahmad & Balander, 2003)

### **Micro minerales.**

El zinc, el manganeso y el cobre son compuestos implicados en el proceso metabólico de la formación de la cáscara de huevo. Estos minerales traza funcionan como cofactores de enzimas involucradas en la formación de matriz de cáscara del huevo. La anhidrasa carbónica, que depende del zinc, estimula la deposición de carbonato de calcio para la formación de la cáscara del huevo. La enzima polimerasa, que depende del manganeso, forma la matriz o base de la glicoproteína de la cubierta.

Complementar la dieta con minerales altamente biodisponibles como los complejos de aminoácidos y minerales aumenta el peso de la cáscara y el grosor de la misma. El cobre afecta la síntesis de la membrana de la cubierta por la actividad de la enzima que contiene cobre lisil oxidasa. La suplementación dietética de metionina de zinc mejoró la resistencia a la rotura de la cáscara. No hubo mejoría en la calidad de la cáscara cuando se complementó con sulfato de zinc para aproximar la concentración de zinc de metionina de zinc. (Gupta, 2008)

Los micro minerales tales como el Zn, Cu protegen a las células de los efectos tóxicos de los radicales libres superóxidos ya que están involucrados en enzimas antioxidantes como la CuZn superóxido dismutasa y a Mn-superóxido dismutasa. El Zn, Cu y Mn tienen también un papel clave en el mantenimiento de la integridad de la cáscara del huevo ya que son parte de activadores enzimáticos clave como la anhidrasa. La supresión o los cambios en estas enzimas provocan la reducción en el peso de la cáscara, deformación de la misma, cambios en las propiedades mecánicas, estructura y en la textura de la misma Nys et al., 2001; Chowdury, 1990; Baumgartner et al., 2001, citados en (Gheisari, Sanei, Abdolhossein, Mohamad, & Majid, 2011)

El Selenio en cambio por sus propiedades antioxidantes ayudan a proteger a los animales de los radicales libres causados por el metabolismo del oxígeno. Por otra parte, el selenio fortalece el sistema inmunológico y estimula el crecimiento y la formación de plumas, como suplemento alimenticio el selenio reduce los efectos negativos de las aves sometidas a condiciones intensivas de producción, reduce la tasa de mortalidad y mejora la calidad de los huevos y productos avícolas. (Kralik, Gajcevic, Suchy, Strakova, & Hancek, 2009)

Se han probado formas inorgánicas y orgánicas de suplementos de selenio hasta un nivel máximo de 0,5 mg de selenio / kg y 0,3 ppm, respectivamente. Una fuente inorgánica de selenio, es el selenito de sodio (SS), sin embargo, existen también otras fuentes orgánicas de

selenio, como la levadura enriquecida con selenio (SY), la selenometionina (SM), un análogo del Se de la metionina. Los perfiles de selenio orgánico (SY), son similares a los perfiles del selenio orgánico en plantas y granos. (Pavlovic, et al., 2010)

#### **Balance Electrolítico.**

El balance electrolítico en la dieta, se considera importante para mantener una buena calidad de la cáscara, ya que puede influir en la mineralización de la misma, de manera general se deben evitar altos niveles de cloro en la dieta, se ha demostrado que una sustitución de sodio de la sal por sodio del bicarbonato o fuentes de carbonato de sodio tienen un impacto positivo en la calidad de la cáscara; el balance electrolítico juega un papel fundamental en el mantenimiento de la calidad de la cáscara especialmente en periodos de estrés por calor, la concentración de cloruro debe balancearse cuidadosamente en relación al sodio y el potasio e incluso reducirse en periodos cálidos. (Hy line brown, 2017)

El concepto de equilibrio electrónico es utilizado como estrategia para reducir la alcalosis respiratoria decurrente de la exposición de las aves a altas temperaturas. (Aldrigui, Filardi, Tedeschi, Garcia-Neto, & Neves, 2013)

En la mayoría de las condiciones, un equilibrio de alrededor de 250 mEq/kg de dieta se considera satisfactorio para un crecimiento óptimo. El equilibrio global entre estos tres minerales y sus concentraciones individuales son importantes. (Ravindran, 2013)

#### **Factores que Afectan la Calidad Interna del Huevo.**

El interior de un huevo de la gallina consiste en la yema y la clara o albúmina. La calidad interna del huevo se mide de varias maneras. Un huevo de buena calidad debe estar libre de defectos internos, tales como manchas de sangre, manchas de pigmentación y manchas de carne (Roberts, 2002). Para (Schwägele, 2011) un factor importante a considerar en la calidad

interna del huevo es la yema, cuya coloración es de gran importancia y debe considerarse siempre, en relación con las expectativas del consumidor que varían en los diferentes mercados. Estas demandas subjetivas de color varían entre un amarillo claro y un naranja intenso.

#### *Edad de las Aves.*

Las Unidades Haugh del albumen disminuyen con la edad de las gallinas, siendo que ésta es independiente de la época del año (Instituto de estudios del Huevo, 2002). Otros autores como (Roberts & Ball, 2004), corroboran esta afirmación de que la calidad de la albumina disminuye con la edad de las gallinas.

La calidad de la albúmina expresada en términos de (UH) disminuye con la edad de la parvada de un promedio de 89,6 a 68,8 (Curtis, Kerth, & Anderson, 2005). Así como también se han informado de cambios relacionados con la edad en las propiedades emulsionantes de la yema (Kerth et al, 2005) (Travel & Nys, 2011)

Los estudios de Izat ,1983 y Cunningham et al., 1960 citados en (Curtis, et al, 2005) expresaron que a medida que las gallinas envejecen, los rasgos de calidad de la yema generalmente mejoran, mientras que los rasgos de la albúmina empeoran.

#### *Estirpe de las Aves.*

Está demostrada la diferencia entre distintas estirpes de gallinas de postura, aunque ésta es en general pequeña, y debida especialmente por la presión de selección genética.

Se han encontrado pequeñas pero significativas diferencias en la calificación de la unidad Haugh y otras medidas de la calidad de la albúmina que se producen entre las estirpes de gallinas Williams, 1992, citado en (Roberts, 2004).

No se han reportado diferencias significativas entre estirpes de ponedoras en cuanto se refiere a proteínas de albúmina, sólidos, pH o sólidos de la yema en huevos con pesos significativamente diferentes. Harrington et al., 1999 citado en (Curtis, Kerth, & Anderson, 2005)

### Nutrición

La calidad de la albúmina disminuye al aumentar el contenido de proteínas y aminoácidos en la dieta, (Hammershoj y Kjaer., 1999 citado en Roberts., 2004); mientras que su calidad aumenta, con el aumento de la concentración de lisina en la dieta, y la suplementación con ácido ascórbico y de vitamina E, especialmente a altas temperaturas ambientales. Así como los diferentes tipos o variedades de granos como el mijo perla y el trigo también pueden tener un efecto en la calidad de la albumina. (Kirunda et al., 2001, Franchini et al 2002 citado en Roberts., 2004).

Mientras el (Instituto de estudios del Huevo, 2002) informa que en aves alimentadas con raciones decrecientes en proteína (15,6%, 14,8%, y 14,0% PC) se observaron aumentos en las Unidades Haugh, y así también, mejoras muy significativas de las Unidades Haugh al pasar los niveles de Lisina de 0,46 a 0,87% en la dieta de aves de postura.

La incorporación de grano de habas, harina de avena y cebada producen huevos con Unidades Haugh más elevadas que raciones a base de maíz-soya, mientras que la semilla entera de girasol presentan efectos negativos sobre los U.H.

Minerales como el magnesio ayuda también a mejorar las U.H. y originan una más lenta caída de las mismas después de la postura, el magnesio favorece la estabilidad del albumen durante el almacenaje. Este mineral puede actuar como un inhibidor de la enzima responsable de la degradación de la ovomucina, y su mecanismo de actuación es aún desconocido (Fuentes-

Pérez, 2002). Mientras que el vanadio y el cloruro de amonio tiene efectos negativos sobre la calidad del el albumen del huevo (Instituto de estudios del huevo, 2009).

#### *Enfermedades.*

La principal enfermedad de las gallinas ponedoras que se ha informado que afecta la calidad de la albúmina es el virus de la bronquitis infecciosa, que puede causar una disminución de la cantidad y calidad de la albúmina.

Hay evidencia de que la bronquitis infecciosa perjudica la síntesis de proteínas de la albúmina en el magno del oviducto y se asocia con cambios histológicos en el epitelio del magnum (Butler et al., 1972; Davidson, 1986 citados en Roberts, 2002).

La enfermedad del Newcastle y la bronquitis infecciosa producen claras acuosas que pueden ser persistente por periodos prolongados luego de que la epidemia de la enfermedad haya sido controlada.

#### *Tiempo, Humedad y Temperatura de Almacenaje*

El huevo es un producto alimenticio muy perecedero, que podría perder su calidad rápidamente durante el período entre el almacenamiento y el consumo. La calidad interna del huevo puede verse afectada por las condiciones ambientales tales como temperatura y humedad de almacenamiento, así como el medio ambiente gaseoso y el tiempo de almacenamiento.

El almacenamiento puede modificar algunas características del huevo que incluyen la pérdida de agua, dióxido de carbono y un aumento subsiguiente en el pH de la albúmina.

La calidad interna de los huevos comienza a disminuir tan pronto como son puestos por las gallinas. Por lo tanto, las prácticas de manejo y almacenamiento de huevos tienen un

impacto significativo en la calidad de los huevos que llegan al consumidor. Esta modificación se produce debido a la manipulación relacionada con el aumento del volumen de la cámara de aire, la licuefacción de la porción de albúmina gruesa y al debilitamiento de la membrana vitelina que separa la yema de la albúmina. (Gavril & Ustoroi, 2014)

Según Scott & Silversides (2000) los principales cambios detectables en la calidad interna del huevo están relacionados con la disminución de la albúmina y el peso del huevo. Durante el almacenamiento a temperatura ambiente, la altura de la albúmina disminuye y el pH de la albúmina aumenta.

La calidad interna del huevo y las U.H disminuyen a medida que se incrementan la temperatura de almacenamiento, todas las mediciones y parámetros demuestran una menor calidad del huevo a temperaturas más altas y a un mayor tiempo de almacenamiento. (Kenner, Avoy, Anderson, & Osborne, 2006)

Para Ahmadi & Rahimi (2011) el tiempo y la temperatura de almacenamiento afectan el grado de moteado de la yema de huevo. Las medidas más importantes para evitar claras acuosas son minimizar el tiempo de almacenaje en la granja, aumentar la frecuencia de recolección, clasificación y empaque. La recolección debe ser por lo menos dos veces al día y el almacenaje a menos de 20°C, idealmente entre 12 y 15°C, con una humedad relativa entre 70 y 80%. (Saviezo, 2016).

#### *Programas de Iluminación.*

Tradicionalmente se han manejado esquemas que van de 14 a 18 h de luz por 6 a 10 h de oscuridad. Pero cuando los animales son expuestos a regímenes de 14h luz (HL), 14h de oscuridad (HO) la ovoposición ocurre ininterrumpidamente cada 27-28 h. (Gutiérrez, Díaz, Escorcía, Velasco, & Rangel, 2015)

Sin embargo, el uso de programas de iluminación temporales pueden aumentar el peso del huevo pero, a nivel de campo esto no es real, ya que con la presencia de luz generalmente el ave ovoposita más rápido y por ende pone huevos más livianos; mientras más tarde comience a poner una gallina, el peso del huevo será mejor, incluidos los diferentes componentes internos del mismo, a excepción de la calidad de la albúmina (expresada en U.H.) Shanawany, 1990 citado en (Travel & Nys, 2011)

#### *Gallinas Lohman Brown.*

Según la guía de manejo Lohman Brown (2016) menciona que la línea Lohman Brown es el resultado de los cruces de las razas Leghorn blanca (hembra) x Warren rojo (macho) que bajo presiones selectivas desde hace muchos años, ha dado como resultado a una ponedora que lidera el mercado mundial. Su país de origen es Alemania y su potencial genético lidera la producción de huevos marrones en nuestro país y en la provincia de Tungurahua.

La principal característica de la Línea Lohmann Brown es que sus huevos llegan a alcanzar 78 g y sus cáscaras presentan mayor uniformidad e intensidad en su coloración. De igual manera presentan gran capacidad para adaptarse a condiciones extremas en cuanto al clima, logran recuperarse de manera exitosa ante desafíos a nivel sanitario y adquieren un peso de descarte al final de su ciclo de producción. Las gallinas de la Línea Lohmann son de alto rendimiento (6 huevos semana<sup>-1</sup>), su producción inicia en la semana 19 y finaliza en la semana 80 y presentan una conversión alimenticia comprendida entre 2,0 y 2,1 kg<sup>-1</sup> masa huevo. (Pronavicola, 2017)

#### **Requerimientos Nutricionales De Las Gallinas Ponedoras.**

Para lograr un máximo crecimiento y además una buena salud de las gallinas ponedoras se debe tener una selección amplia y equilibrada de los diferentes nutrientes que se usarán en la

dieta (Tabla 4). Las necesidades de las gallinas ponedoras dependerán de la raza, la edad, la ubicación de las granjas y los niveles de producción. Los requerimientos nutricionales de las aves se basan en 7 grandes grupos: energía, proteína, aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales, minerales, vitaminas y agua. (Ravindran, 2013)

**Tabla 4**

*Recomendación de niveles de nutrientes para ponedoras Lohmann Brown.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Requerido</b>
Em.Aves	Mcal /Kg	2,85
Proteína	%	18,7
Lis.Dig.Aves	%	0,72
Met.Dig.Aves	%	0,36
M+C.Dig Aves	%	0,66
Treo.Dig.Aves	%	0,5
Argin.Dig.Ave	%	0,75
Calcio	%	4,10
Fosforo Asim.	%	0,42
Sodio	%	0,18
Ac.Linoleico	%	1,90
Colina	Gr/Kg	0,4
Cloruros	%	0,18
Balance Elec.	Meq	220

### *Energía.*

La utilización de la energía en las aves se transforma conforme las necesidades del animal, de este modo las gallinas inician obteniendo energía bruta por medio de la combustión de materias primas, y luego la energía digestible (diferencia entre energía bruta y energía en las heces). La energía metabolizable es el alimento que pasa al tracto intestinal pero no está disponible para que la gallina lo metabolice. Por último, se tendrá la energía neta la cual será usada para el incremento calórico y la producción. La energía disponible para las gallinas depende de las condiciones de la materia prima en términos de carbohidratos, grasas y

proteínas. Debido a esto la cantidad de energía que un ave de postura puede asimilar del alimento dependerá de su edad y su capacidad enzimática. (Chaves, 2009)

### *Proteína y Aminoácidos*

La proteína proporciona los aminoácidos esenciales para el mantenimiento y la síntesis de la proteína en el huevo, para este proceso es necesario un mínimo de 20 aminoácidos, los cuales se pueden dividir en esenciales y no esenciales. Los esenciales son aquellos que se deben suministrar de manera directa en la dieta, ya que estos no se logran sintetizar o se sintetizan demasiado lento, lo que no permite cubrir las necesidades básicas. Los aminoácidos no esenciales son aquellos que pueden sintetizarse a partir de otro aminoácidos, debido a esta razón estos aminoácidos pueden o no ser considerados en la formulación de los alimentos para aves. (Ravindran, 2013)

Los aminoácidos esenciales para las gallinas ponedoras son: lisina, metionina, treonina, triptófano, isoleucina, leucina, histidina, valina, fenilalanina y arginina. La cisteína y la tirosina se consideran aminoácidos semi esenciales. En las dietas para aves de postura se debe considerar la inclusión adecuada de nitrógeno, con el cual se logrará sintetizar los aminoácidos no esenciales. (Ravindran, 2013)

### *Grasas.*

Las grasas se utilizan en las dietas para aves con el fin de conseguir la concentración necesaria de energía, debido a que las grasas presentan mayores niveles de energía que las proteínas y carbohidratos. Dentro de la grasa se encuentra el ácido linoleico que es el único ácido graso esencial que necesitan las gallinas ponedoras; de este ácido dependerá el tamaño de los huevos. El contenido de grasa en la dieta deberá estar comprendido entre el 3% al 5%. Las grasas no son indispensables en la dieta, sin embargo su utilización ayuda a la elaboración

de los alimentos balanceados, debido a que controla la cantidad de polvo al momento de la elaboración y ayuda al aumento de la palatabilidad. (Ravindran, 2013)

### *Minerales.*

Salazar (2011), determinó que los minerales tiene una importancia en la dieta ya que cumplen con la formación de huesos fuertes, rígidos y duros. El caso de las gallinas ponedoras los minerales como el calcio es usado para la formación del cascarón. Además los minerales ayudan a la formación de células sanguíneas, activación de enzimas, función adecuada del músculo y metabolismo energético. Este autor señala que varios de los granos usados para la elaboración del balanceado poseen niveles muy bajos de minerales; es por ello, que los productores de alimento para aves se ven obligados a suplementar raciones de calcio, fosforo y sales. Un ejemplo de ello es la piedra caliza, la cual es una buena fuente de calcio y fósforo. Mientras que los micros minerales (hierro, cobre, zinc, magnesio y yodo) son incluidos en la dieta a través de una mezcla de minerales traza.

### *Vitaminas.*

Las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos: liposolubles (Vitaminas: A, D, E, y K) e hidrosolubles (vitaminas del grupo B y C). Todas éstas vitaminas deben ser consideradas al momento de preparar la dieta, solo la vitamina C se descarta al elaborar la dieta debido a que puede ser sintetizada por las aves. (Ravindran, 2013)

### *Digital Egg Tester 6000 (DET 6000)*

El probador digital de huevos DET 6000 es un sistema de medición para controlar la calidad de huevo con alta precisión y velocidad. Esta máquina permite medir el peso del huevo, la fuerza de la cáscara del huevo, el color de la yema y unidades Haugh (HU). Entre las principales ventajas que ofrece este equipo está presentar la información de datos agrupados. El

DET 6000 aplica un sistema digital y un rayo láser paralelo, el cual se encarga de medir la altura de la albumina y contrastar la información obtenida por medio de la comparación con el rango basado por el departamento de agricultura de los Estados Unidos. Esta máquina permite realizar control de calidad del huevo sin que este sufra algún tipo de alteraciones o que descarte su posterior consumo. (NABEL, 2018)

### Capítulo III

#### Materiales Y Métodos

##### *Ubicación de la Investigación*

La presente investigación se la realizó en la Granja avícola “Cecilita” propiedad de la Señora Cecilia Sánchez en la Parroquia Cotaló, que se encuentra ubicada al sur del cantón San Pedro de Pelileo, que tiene una extensión de 43,9 Km<sup>2</sup> y que representa el 3% de la superficie cantonal. La parroquia Cotaló es considerada una de la zonas más productoras de aves de postura , pues allí se ubican más de 21 de los más grandes empresas avícolas de la provincia de Tungurahua que lidera la producción de huevos a nivel nacional.

##### Ubicación Geográfica.

#### Tabla 5

##### *Características geográficas y ambientales.*

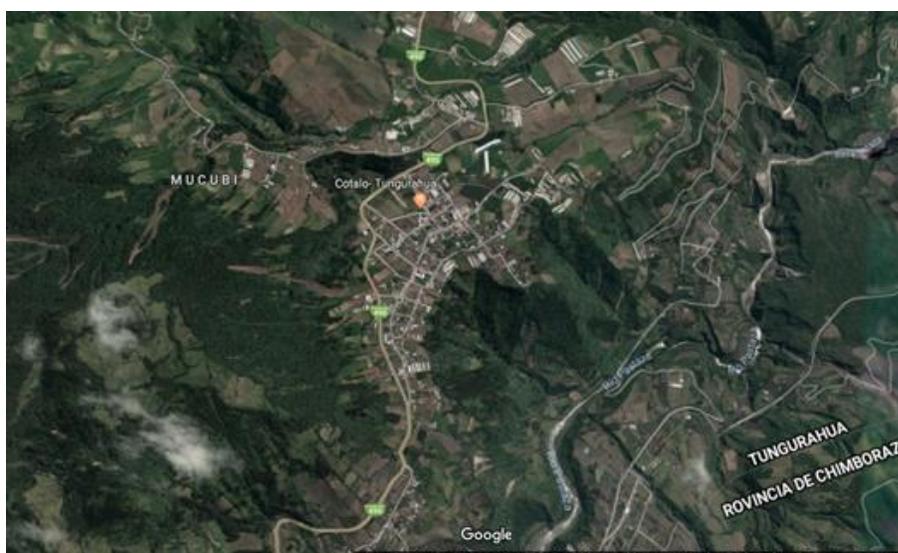
Latitud	<b>1°41'67" S</b>
Longitud	78°38',65"O
Altitud	2500m.s.n.m.
Humedad relativa	81%
Temperatura promedio anual	13.4 -15.7°C
Precipitación promedio anual	608mm/año

*Nota:* INAMHI, (2016)

## Ubicación Ecológica.

**Tabla 6***Características de la ubicación ecológica.*

Piso altitudinal	<b>Bosque</b>
Región altitudinal	Húmedo
Zona de vida	Montano
Clasificación bioclimática	Tropical
Formación vegetacional	Bajo
Textura del sustrato	Franco limoso
pH del sustrato	6,6 a 7,4

*Nota:* Sistema Nacional de Información (SIN, 2016)**Figura 2***Fotografía del Lugar del Experimento. Granja Avícola Cecilita. Cotaló. Provincia de Tungurahua**Nota:* (Google, 2020)

### *Materiales y Equipos*

#### **Materiales de Campo.**

- Hojas de registro
- Tablero
- Lápiz
- Esferográficos
- Marcadores
- Cubetas para huevos
- Cámara fotográfica
- Material biológico utilizado: 540 huevos procedentes de gallinas ponedoras de línea Lohman Brown, desde la semanas 42, 59 y 77 de postura. Huevos de gallinas ponedoras de línea genética Lohman Brown de los diferentes galpones desde la semanas 42, 59, y 77 de postura.

#### **Materiales y Equipos de Laboratorio**

- Digital Egg Tester 6000 (det 6000)
- Computador
- Mandil
- Guantes de nitrilo desechables
- Toallas de papel desechables
- Fundas de basura
- Software de formulación

### *Métodos de Estudio.*

El método de estudio se basó, en el análisis de calidad de los huevos producidos por Gallinas Lohman Brown en la Granja Avícola Cecilita con el propósito de examinar que, todo

parámetro de calidad de los huevos que presenten un coeficiente de variación mayor al 10%, sean revisados el o los nutrientes involucrados en la naturaleza y desarrollo de esta variable y que afecten la calidad y composición nutritiva de este producto.

**Tabla 7**

*Factores en estudio*

Edad de las gallinas en semanas	Nº de huevos	Método para parámetros evaluados
<b>42 semanas</b>	90	"C.V. > al 10%
<b>59 semanas</b>	90	"C.V. > al 10%
<b>77semanas</b>	90	"C.V. > al 10%

Variables en Estudio.

*Peso del Huevo y Criterio de Clasificación.*

Para esta variable se tomó como referencia la norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011.

**Tabla 8**

*Criterio de clasificación de los huevos por su tipo y peso (g).*

Tipo(tamaño)	Masa unitaria(g)	
	Mínimo	Máximo
I.supergigante	76	.....
li. Gigante	70	76
lii. Extragrande	64	70
Iv. Grande	58	64
V.mediano	50	58
Vi.pequeño	46	50
Vii. Inicial	.....	46

*Nota:* Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011, INEN 2011

**Tabla 9**

*Características físicas del huevo comercial de gallina.*

<b>Parámetro</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método de ensayo</b>
<i>Color de la yema</i>	7	12	Unidades de color	Abanico colorimétrico para yema
<i>Grado de frescura</i>	70	110	Unidades Haug	Medición de unidades Haug
<i>Cámara de aire</i>	.....	15	Milímetros	Medición directa
<i>Espesor de la cascara</i>	0.28	0.37	Milímetros	Medición directa
<i>Gravedad específica</i>	1.074	1.140	.....	Solución salina

*Nota:* Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011, INEN 2011

***Altura de la Albumina.***

La altura del albumen se obtuvo mediante el uso del DET6000, el cual consta de un sistema de medida láser que va de un rango de 3.0 -15.0 mm con una exactitud de  $\pm 0.2$  mm, estos datos fueron almacenados y procesados en el ordenador para la obtención de las U.H.

***Coloración de la Yema.***

Determinado por el analizador DET6000, cuyo sistema de análisis colorimétrico es una extensión digital del DSM YolkFanTM que está calibrado y proporciona la misma practicidad y colores de los parámetros del abanico colorimétrico de yema DSM.

***Unidades Haugh.***

Las Unidades Haug miden el grado de frescura de un huevo, se analizó esta variable y se determinó su valor para cada huevo en función del peso total del huevo y la altura de la clara densa (J. R. Roberts, 2004). Basados en la siguiente fórmula:

$$uH = 100 * \log(h-1.7w^{0.37}+7.6)$$

uH = unidad Haugh

h = altura de la albumina, en milímetros

w = peso del huevo en gramos

*Resistencia de la Cáscara.*

Se midió la resistencia a la ruptura, o fuerza del cascarón a través de una prensa asociado al sistema DET6000 mismo que calcula la resistencia al romperse el huevo y que va de un rango de 0.82 – 8.16 kgf (8.0 -80.0N) con una exactitud de  $\pm 0.2$ kgf.

*Grosor de la Cáscara.*

Después de abierto el huevo, se midió el espesor del cascarón, con la ayuda de un micrómetro de alta precisión incorporado al sistema DET6000, que va de un rango de 0.10 – 0.60mm, con una exactitud de  $\pm 0.2$ mm. La NTE INEN 1973:2011 establece que, el espesor del cascarón puede variar desde 0,28mm como mínimo hasta 0,37mm como máximo.

**Grupos en Estudio.**

Se realizaron tres grupos de estudio tomando en consideración la semana de postura, lo que a continuación se detalla en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Distribución de los grupos de estudio experimentales.*

<b>Grupos</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	G1	42 semanas
<b>2</b>	G2	59 semanas
<b>3</b>	G3	77 semanas

**Diseño Experimental.**

Se utilizó huevos de aves de postura comercial de la línea genética Lohman Brown a partir de las 42 hasta la semana 77 de edad para lo cual bajo un metodología de muestro

aleatorio simple efectuar un análisis inicial y posteriormente uno final hasta la semana 85, (posterior a la modulación nutricional de las dietas utilizadas en estas aves) de los parámetros de calidad de estos huevos, utilizando para ello el analizador digital de huevos DET 6000, con la finalidad de establecer cuáles/o que los parámetros de calidad, que presentaron un coeficiente de variación (CV) altos ( $CV > 10\%$ ).

#### *Características De Las Unidades Experimentales.*

Cada unidad experimental estuvo conformada por 90 huevos de gallinas Lohman Brown configuradas en tres grupos:(1) 42 semanas, (2) 59 semanas y (3) 77 semanas de postura.

Número de grupos: 3

Numero de repeticiones: 2 (inicio y final)

Número de Unidades Experimentales por grupo experimental y por repetición: 90

#### **Análisis Funcional.**

Dentro de los componentes de la estadística descriptiva están la población, la muestra y la variable. La población es el conjunto de individuos, objetos o elementos en los cuales pueden presentarse determinada característica susceptible a ser estudiada, la muestra refleja en sus unidades lo que ocurre en el universo y la variable es una característica que puede fluctuar y cuya variación es susceptible a adoptar diferentes valores los cuales pueden medirse u observarse; estas adquieren valor cuando se relacionan con otras variable.

En la presente investigación se empleó un sistema de estadística descriptiva, para evaluar las siguientes variables : peso total, altura de la albumina, coloración de la yema, unidades Haugh, resistencia de la cáscara, grosor de la cáscara y criterio de clasificación para determinar la media aritmética ( $\bar{x}$ ), el coeficiente de variación (CV%), rangos máximo y mínimo, de la valoración de la calidad de los huevos efectuado en el Analizador de huevos DET 6000

(Digital Egg Tester) para que en esta base, todo parámetro que presente un coeficiente de variación mayor al 10% ( $CV > 10\%$ ) sea revisados él o los nutrientes involucrados en este parámetro.

#### *Métodos Específicos del Manejo del Experimento*

La Investigación fue experimental y aplicada. Se procedió a coleccionar muestras de manera aleatoria de la producción de huevos de gallinas de postura Lohman Brown, de 42, 59 y 77 semanas de postura, tres cubetas por galpón de postura, (90 huevos) mismas que fueron debidamente identificadas y embaladas para luego ser transportadas cuidadosamente hacia el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-IASA I ubicado en la provincia de Pichincha cantón Sangolquí, sector Selva Alegre Hacienda el Prado, en donde permanecieron almacenados a temperatura ambiente hasta el siguiente día, en el cuál se realizó la evaluación respectiva.

Una vez en el laboratorio se efectuaron los procedimientos de análisis y recolección de datos individuales para cada huevo, en plantillas de registro de información incluidas en el hardware del Analizador de huevos DET 6000 (Digital Egg Tester) para determinar el peso total, altura de la albumina, coloración de la yema, unidades Haugh, resistencia de la cáscara, grosor de la cáscara y criterio de clasificación de calidad para establecer si los mismos se ubicaron dentro de los requisitos específicos establecidos por la normativa NTE INEN 1973:2013.

#### *Toma De Muestras Del Experimento.*

Los huevos coleccionados de los respectivos galpones de postura fueron ubicados en cubetas de huevos previamente desinfectadas y sanitizadas a las 10h00 para luego proceder a transportarlos vía terrestre hasta los laboratorios del IASA en Sangolquí donde arribaron a las 13h00. Una vez desembarcados fueron ubicados en las oficinas del laboratorio de Control de Calidad de los Alimentos bajo condiciones de almacenamiento normal.

Al día siguiente a las 08h00 se procedió a encender y calibrar el Analizador de huevos DET 6000 (Digital Egg Tester) y comenzar con el análisis individual de cada uno de los huevos, para lo cual primeramente se empezó tomando el peso del mismo, una vez registrado este dato, la unidad experimental es sometida a un mecanismo de prensa asociado a la máquina mismo que calcula y mide la resistencia de la cáscara, al romperse el huevo.

El paso siguiente fue cascar el huevo y poner su contenido sobre una bandeja transparente provista de un espejo que mide altura y coloración de la yema, la altura de la albumina, y las Unidades Haugh. Para finalmente a través de un micrómetro adosado a la máquina y tomando un pedazo de cáscara de la zona ecuatorial del huevo y despojándola de su cutícula proceder a obtener el grosor de la misma.

## Capítulo Iv

### Resultados Y Discusión

#### *Resultados De Calidad Del Huevo Comercial*

Una vez finalizado el análisis, de la calidad del huevo comercial de la Granja avícola “Cecilita”, con respecto al peso del huevo en la semanas 42 (primera fase) se obtuvo 68,77gr, en promedio, mientras que en la semana 49, un peso de 70.48 gr (segunda fase); para la semana 59 el peso promedio obtenido fue de 58,57gr, mientras que en la semana 65 el peso alcanzado fue de 68,13 gr. Para la semana 77 el peso fue de 69,72gr mientras que para la semana 85 el peso promedio llegó a 72,43 gr. Según la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011 por su peso los huevos analizados se ubican en la categoría II. GIGANTES y III. EXTRAGRANDES.

En cuanto se refiere al color de la yema de acuerdo a los parámetros del abanico colorimétrico de yema DSM y su extensión digital del DSM YolkFan TM del analizador, los resultados obtenidos en las semana 42, y 49 indican valores de 10,16 y 10,22 respectivamente; para la semanas 59 y 65 muestran cifras de 10,15 y 9,54 respectivamente; y para la semana 77 y 85 valores de 9,73 y 10,25; todos ellos superan los valores mínimos requeridos para la coloración de la yema según la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011.

Con respecto a las Unidades Haugh los valores hallados en las semanas 42 fueron de 82,67UH y, para la semana 59 de 82,89UH respectivamente; para la semana 59 y 65 los valores fueron de 82,54UH y 82,01UH y para la semana 77 y 85 valores de 75,94UH y 77,62UH respectivamente, éstas estimaciones encontradas cumplen los requisitos en cuanto a unidades Haugh de la norma técnica ecuatoriana INEN1973:2011, que señala valores entre 70 a 110 UH de frescura.

El espesor de la cascara encontrado en los huevos analizados en las semanas 42 y 59 arrojan valores de 0,37y 0,38mm respectivamente; para la semanas 59 y 65 de postura se

ubican en 0,36 y 0,37 mm respectivamente mientras que para los huevos analizados en la semanas 77 y 85 se encuentran valores similares de 0,37mm en ambas fases; estos valores se encuentran dentro del máximo permitido para este parámetro por la norma técnica ecuatoriana INEN1973:2011 (0,28 a 0.37mm por medición directa).

**Tabla 11**

*Resultados de la calidad del huevo comercial de la Avícola Cecilita en relación a la norma INEN 1973-2011*

Variables	Semanas de Postura						INEN- 1973/2011	Categoria
	42	49	59	65	77	85		
Peso	68.67	70.48	58.57	68.13	69.72	72.43	70-76	II.Gigante Iii.Extra Grande
Coloración De La Yema	10.16	10.22	10.15	9.54	9.73	10.25	70-10	
Unidades Haught	82.67	82.89	82.54	82.01	75.94	77.62	70-100	
Espesor De La Cáscara	0.37	0.38	0.36	0.37	0.37	0.37	0.28-0.38	

Finalmente en lo que hace referencia a la dureza o resistencia a la ruptura de la cascara se obtuvieron valores de 4,8 y 5,15gr/mm<sup>2</sup> en la semana 42 y 49 respectivamente; en la semana 59 y 65 se alcanzaron valores de 4,42 y 4,48gr/mm<sup>2</sup>, mientras que para la semana 77 y 85 valores de 4,17 y 4,28 gr/mm<sup>2</sup> respectivamente. Todos esto valores se encuentran dentro del criterio de clasificación de la calidad del cascarón de huevos color marrón propuesta por Aldana Diego (2016) que indica que la resistencia ideal del cascarón en estirpes rojas es de 3,600 g de presión/mm<sup>2</sup> de cascarón con un mínimo de 3,300 gr.

*Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 42 y 49 semanas.*

**Tabla 12**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase*

SEMANAS	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV %	Mín	Máx
42	Peso Total	90	68,77	4,33	18,71	6,29	56,4	79
42	Albumina	90	7,36	1,21	1,47	<b>16,45</b>	3,8	10,4
42	Color Yema	90	10,16	0,55	0,3	5,4	8,3	11,3
42	Unidades Haugh	90	82,67	8,39	70,38	<b>10,15</b>	50,6	100,2
42	Dureza	90	4,8	1,01	1,02	<b>21,01</b>	1,39	6,93
42	Grosor De Cáscara	90	0,37	0,03	0	8,88	0,3	0,56

**Tabla 13**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase.*

SEMANAS	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV%	Mín	Máx	Mediana
49	Peso Total	90	70,48	4,64	21,5	6,58	62	85	69,9
49	Albumina	90	7,75	0,74	0,55	<b>9,6</b>	5,6	10	7,9
49	Color Yema	90	10,22	0,54	0,29	5,25	8,4	11,3	10,3
49	Unidades Haugh	90	82,89	8,49	72	<b>10,04</b>	23,1	97,7	82,4
49	Dureza	90	5,15	0,55	0,3	<b>10,69</b>	3,82	6,42	5,18
49	Grosor De Cáscara	90	0,38	0,02	0	4,64	0,34	0,44	0,38

Al realizar el análisis de las variables de calidad de huevo comercial de gallinas Lohman Brown en la semana 42 de postura encontramos que el mayor el coeficiente de variación CV % se estableció para las variables albumina (16,45%), Unidades Haugh(10,15%) y dureza del cascarón (21,01%), mientras que para el resto de parámetros observados, éstos estuvieron

dentro de las normas esperadas de calidad para la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1973:2011, INEN 2011 y presentaron un CV menor al 10%.

**Tabla 14**

*Análisis de la Varianza de la Variable Albumina*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	54,95	2	27,47	14,48	<0,0001
Semanas	54,95	2	27,47	14,48	<0,0001
Error	487,64	257	1,9		
Total	542,59	259			

**Tabla 15**

*Análisis de la Varianza de la Variable Unidades Haug*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	2594,2	2	1297,1	16,78	<0,0001
Semanas	2594,2	2	1297,1	16,78	<0,0001
Error	19868,11	257	77,31		
Total	22462,31	259			

**Tabla 16**

*Análisis de la Varianza de la Variable Dureza del Cascarón*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	18,3	2	9,15	7,6	0,0006
Semanas	18,3	2	9,15	7,6	0,0006
Error	320,25	266	1,2		
Total	338,55	268			

Una vez realizada la modulación nutricional de las dietas para la semana 49 las variables tanto en albumina (9,6%), Unidades Haugh (10,04%) y dureza del cascarón (10,69%) respectivamente, disminuyeron al parecer por efecto de la revacunación de las gallinas contra

la enfermedad de Newcastle y Bronquitis, estos resultados concuerdan con Soler y Bueso (2017) y Gupta (2008), al indicar que estas enfermedades suelen producir claras acuosas que pueden ser persistente por periodos prolongados luego de que la epidemia de la enfermedad haya sido controlada, y con Spakman, 1987 citado en Roberts (2004) que indica que el virus de la bronquitis infecciosa, puede causar una disminución de la cantidad y calidad de la albúmina. Asimismo estos autores mencionan que la calidad de la cáscara se afecta por lesiones y alteración al ovario y glándula de la cáscara y algunas otras porciones del tracto reproductivo de las aves de postura.

Cabe mencionar que la mejora en el manejo sanitario preventivo dentro de los galpones de postura, así como las medidas tomadas para corregir las condiciones de recolección, transporte, manejo y almacenamiento de los huevos, mejorando su ventilación, limpieza y sanidad de la bodega de acopio, influyeron en la mejora de la calidad de los huevos, de manera especial en las variables albúmina y Unidades Haugh.

En la semana 49 también se puede observar que el ajuste realizado en la modulación de las dietas en los porcentajes del contenido del calcio grueso y fósforo en las dietas de 3.56% a 3,75% y de 0.382 a 0.392% respectivamente, mejoraron los coeficientes de variación de la variable dureza del cascarón de los huevos examinados. La cantidad de calcio y fosforo que aportan estas modificaciones para la formación de la cáscara mejoró la tasa y cantidad de calcio que se absorbe del contenido digestivo durante la deposición de la cáscara. Con este suministro adecuado de calcio dietético, el ave logró reponer y mantener el contenido de calcio del hueso medular durante los períodos en los que no ocurre la formación de la cáscara. Al obtener mayor biodisponibilidad del calcio en la glándula de la cascara por absorción intestinal permitió que las cáscaras obtenidas sean más gruesas mejorando la variable antes mencionada, con el aporte de la relación apropiada del fosforo en la dieta.

Estos datos concuerdan con Soler y Bueso (2017) quienes mencionan que los niveles de Ca deben estar entre 3.6 y 4,2 gr/día en condiciones normales a modo de CaCO<sub>3</sub>.

**Tabla 17**

*Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 42-50 semanas. Avícola Cecilita.*

	<b>Dieta Postura 1</b>	<b>Dieta Postura 1 Ajustada</b>
Ingredientes	20 -50 Semanas	20-50 Semanas
Maíz Nacional	992	988
Soya Importada	563	567
Trigo	220	220
Afrecho	71	57
Polvillo	100	100
Carbonato Fino	50	40
Carbonato Grueso	140	160
Aceite De Palma	23	26
Fosfato Mono Cálcico	18	19,5
Sal	8	8
Vitamina Postura	3,5	3,5
Metionina	4	4
Cloruro De Colina 60%	2,2	2,2
Atrapante Toxinas	2,2	2,2
Ácido Anti Hongos	2,2	2,2
Enzima Ssf	0,33	0,33
Promotor De Crecimiento	1	1
<b>Total Libras</b>	<b>2220,43</b>	<b>2200,93</b>

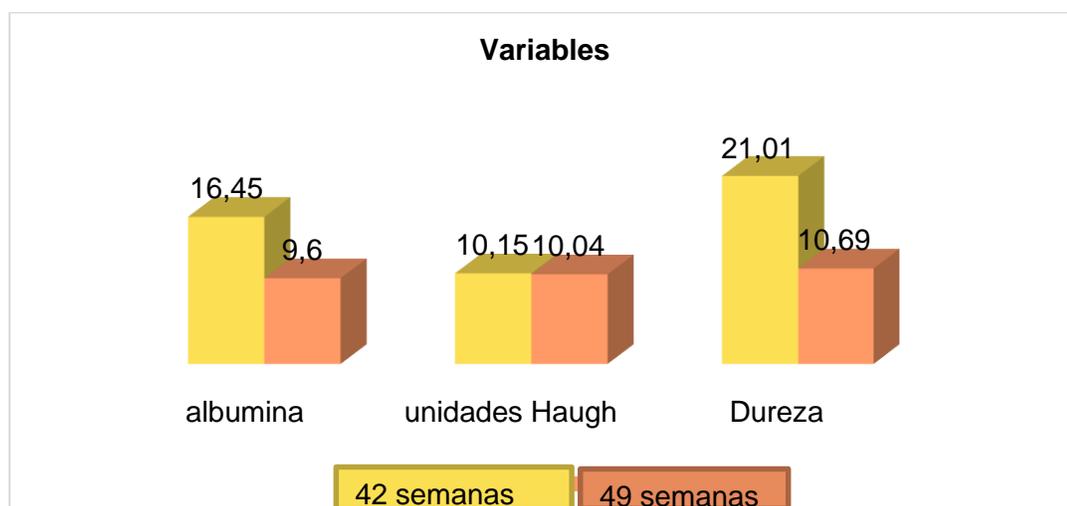
**Tabla 18**

*Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 42-50 semanas*  
*“Avícola Cecilita”.*

Nutrientes	Dieta Postura 1	Dieta Postura 1 Ajustada
	20-50 Semanas	20-50 Semanas
Energía Kcal/Kg	2775	2775
Proteína %	18	18
Calcio %	3,56	3,75
Fosforo Disponible	0,382	0,392
Fibra%	3,2	3,1
Lisina Digestible%	0,8	0,8
Treonina Digestible%	0,56	0,56
Grasa %	4,1	4,7

**Figura 3**

*Efecto de la modulación de dietas (42y 47 semanas)*



Mientras que Ahmad y Balander (2003), no encontraron diferencias significativas en la calidad de la cáscara del huevo, pero no el grosor de la misma, cuando consideraron estudiar el efecto de dos fuentes de calcio con un reemplazo parcial del 50% (carbonato de Calcio y Conchilla) y la reducción del nivel de fosforo disponible de 0.45% a 0.32%, en gallinas ponedoras desde la semana 28 a la 64 de edad.

Sin embargo para Ketta.,(2016), citando a Pavlik et al. 2009, Zita et al 2009 y Tumova et al., (2014) indican que se encontró que una disminución de la resistencia de la rotura de la cascara del huevo era mayor desde el inicio de la postura hasta el final de la primera fase para luego ir disminuyendo con la edad de las aves, detectando una disminución en la resistencia de la cascara del huevo ( $3.33\text{kg/cm}^2$ ) en las gallinas viejas en comparación con las más jóvenes ( $3.60\text{kg/cm}^2$ ).

*Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 59 y 65 semanas*

**Tabla 19**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase*

SEMANAS	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
59	Peso Total	90	68,57	4,63	21,4	6,75	56,9	80,9
59	Albumina	90	7,4	1,75	3,08	<b>23,71</b>	3,3	17,1
59	Color Yema	90	10,15	0,47	0,22	4,66	9	11,4
59	Unidades Haugh	90	82,54	9,94	98,89	<b>12,05</b>	48,9	122,3
59	Dureza	90	4,42	0,94	0,89	<b>21,34</b>	0,99	6,48
59	Grosor De Cáscara	90	0,36	0,03	0	8,38	0,23	0,41

**Tabla 20**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase.*

SEMANAS	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx	Mediana
65	Peso total	90	68,13	4,23	17,91	6,21	59	76,9	67,4
65	Albumina	90	7,14	0,71	0,5	<b>9,92</b>	4,9	9,5	7,3
65	Color yema	90	9,54	0,71	0,51	7,47	8	11	9,6
65	Unidades haugh	90	82,01	6,85	46,99	<b>8,36</b>	64,7	102	82,15
65	Dureza	90	4,68	0,64	0,41	<b>13,72</b>	2,86	6,63	4,47
65	Grosor de cáscara	90	0,37	0,03	0	6,97	0,3	0,44	0,37

Los resultados obtenidos para el segundo tratamiento 59 semanas de postura en la primera fase, muestran en cambio valores superiores al 10% en los coeficientes de variación de

las variables altura de la albumina, Unidades Haugh y dureza del cascarón (23,71%; 12,05% y 21,34%) respectivamente.

Con los resultados obtenidos se modificaron también los valores de energía EM de la ración desde 2795Kcal EM/Kg hasta 2811 kcal EM/kg (Tabla 18), Cuando se aumenta el contenido de EM en la dieta, se agrega más grasa y ésta grasa suplementaria podría mejorar la utilización de otros nutrientes de la dieta. En consecuencia, una mejora en el contenido de energía de la dieta podría mejorar la utilización de nutrientes y el tamaño y calidad del huevo.

Y así mismo se optimizaron los niveles de lisina digestible y metionina con la finalidad de tratar de mejorar los índices obtenidos en la primera fase esto acompañado de un mejoramiento en la frecuencia de recolección, almacenamiento y transporte de los huevos; y es así que para la segunda fase la modificación de las dietas permitieron obtener disminución de los coeficientes de variación en las variables altura de la albumina 9,92%, Unidades Haugh 8.36% y dureza del cascarón 13,72%.

Estos resultados concuerdan con Chan-Colli, et al (2007), quienes estudiaron el efecto de tres niveles de energía (2600, 2700 y 2800 Kcal/ de ME  $\text{kg}^{-1}$ ) y de dos niveles de lisina digestible 0.65 y 0.75% en gallinas Isa-Babcock B300 a partir de las 28 semanas de postura, encontrando que las aves alimentadas con Niveles de energía de 2800 Kcal/kg y de lisina digestible de 0.75% mejoraron la altura del albumen sin embargo estos niveles no tuvieron efecto en los otros componentes del huevo.

**Tabla 21**

*Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 51-70 semanas. "Avícola Cecilita".*

	<b>Dieta Postura 2</b>	<b>Dieta Postura 2 Ajustada</b>
Ingredientes	51 -70 Semanas	51-70 Semanas
Maíz Nacional	981	972
Soya Importada	562	570
Trigo	220	220
Afrecho	47	27
Polvillo	100	100
Carbonato Fino	50	40
Carbonato Grueso	175	190
Aceite De Palma	38	43
Fosfato Mono Cálcico	15	16,5
Sal	7,5	7,5
Vitamina Postura	3,5	3,5
Metionina	3,5	3,5
Cloruro De Colina 60%	2,2	2,2
Atrapante Toxinas	2,2	2,2
Ácido Anti Hongos	2,2	2,2
Enzima Ssf	0,33	0,33
Promotor De Crecimiento	1	1
<b>Total Libras</b>	<b>2200,43</b>	<b>2200,93</b>

**Tabla 22**

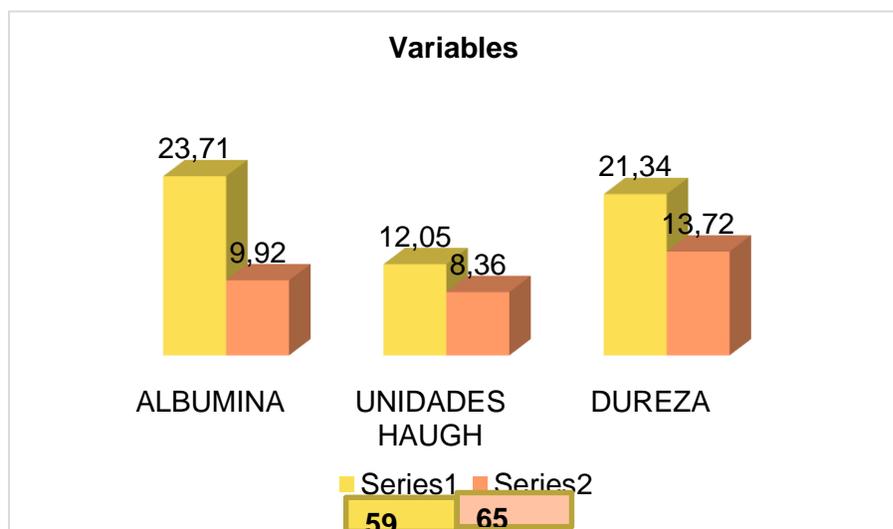
*Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 51-70 semanas*

*"Avícola Cecilita".*

<b>Nutrientes</b>	<b>Dieta Postura 2</b>	<b>Dieta Postura 2 Ajustada</b>
	<b>51-70 Semanas</b>	<b>51-70 Semanas</b>
Energía Kcal/Kg	2795	2811
Proteína %	17,8	17,8
Calcio %	3,95	4,25
Fosforo Disponible	0,36	0,375
Fibra%	3	2,9
Lisina Digestible%	0,79	0,795
Treonina Digestible%	0,55	0,56
Grasa %	4,7	4,9

**Figura 4**

*Efecto de la modulación de dietas (59 y 65 semanas)*



Mientras que Gallardo y Salvador (2016) informan que el porcentaje de la altura del albumen se incrementó en un 2.29 y 1.66% respectivamente cuando las aves fueron alimentadas con niveles de 0.745 y 0.710% de metionina + cistina con relación al nivel de 0.670% en gallinas de la línea genética ISA Brown de 30 semanas de edad, con un promedio de producción de huevos de 91%.

La adición de enzimas permite mejorar la digestión del alimento en las aves, por lo tanto, la suplementación de la dieta con enzimas exógenas se muestra eficiente para aumentar la disponibilidad de nutrientes para la producción de huevos, optimizando la salud intestinal y mejorando la composición de la cáscara en cuanto a la resistencia a la rotura y ausencia de defectos en la cáscara. Mombaerts, Goderis y Van De Mierop (2015).

La adición de enzima SSF concuerda con los datos obtenidos por Rossi, et al (2010) quienes encontraron que la adición de 150g/ton de Allzyme SSF a dietas de aves de postura que contenía entre un 15 a 23 % de DDGS mejoraron parcialmente la reducción del peso del huevo,

el porcentaje, la gravedad específica y la dureza de la cascara así como también incrementaron los valores de las Unidades Haugh.

Mientras que De Souza., et al (2017) menciona que el uso de enzimas SSF en dietas para aves de postura semipesados de 28 a 40 semanas de edad, no mostraron efectos en cuanto a la calidad interna de los huevos ni el índice de yema; la excepción fue en las unidades Haugh, donde la dieta de control negativo presentó un índice más alto en comparación con las otras dietas.

**Resultados del Análisis del huevo comercial de Gallinas Lohman Brown de 77 y 85 semanas.**

**Tabla 23**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos primera fase.*

Semanas	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
77	Peso Total	90	69,72	5,61	31,5	8,05	57,6	86,9
77	Albumina	90	6,4	1,04	1,08	<b>16,22</b>	4,1	9,5
77	Color Yema	90	9,73	0,54	0,29	5,57	8,6	11,3
77	Unidades Haugh	90	75,94	7,82	61,21	<b>10,3</b>	52,6	94,3
77	Dureza	90	4,17	1,3	1,69	<b>31,23</b>	0,41	6,78
77	Grosor De Cáscara	90	0,37	0,03	0	9,1	0,24	0,46

**Tabla 24**

*Tabla de estadística descriptiva análisis de huevos segunda fase.*

Semanas	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Min	Max	Mediana
85	<b>Peso Total</b>	90	72,43	4,78	22,81	6,59	61,3	84,3	71,95
85	<b>Albumina</b>	90	7,18	0,69	0,48	<b>9,67</b>	5	8,9	7,3
85	<b>Color Yema</b>	90	10,25	0,6	0,35	5,81	8,6	11,5	10,3
85	<b>Unidades Haugh</b>	90	77,62	5,66	32,04	<b>7,29</b>	46,6	88,3	79,2
85	<b>Dureza</b>	90	4,28	0,69	0,48	<b>16,2</b>	2,63	5,8	4,47
85	<b>Grosor De Cáscara</b>	90	0,37	0,03	0	8,42	0,29	0,44	0,37

El cuadro muestra los resultados obtenidos del análisis de huevos en la primera fase para las Gallinas Lohman Brown en la semana 77, los cuales indican coeficientes de variación altos ( $CV > 10\%$ ) en las variables Altura de la albumina, unidades Haugh y dureza de la cascara 16.22%, 10.3% y 31.23% respectivamente.

Los resultados obtenidos por la modulación de las dietas efectuadas para la segunda fase del análisis, muestran en un mejoramientos en las tres variables mencionadas obteniéndose valores de 9.67% para la variable altura de la albumina 7.29% para las unidades Haugh y 16.2% para la variable dureza de la cáscara.

Las modulaciones efectuadas en cuanto a los valores de energía 2811 Kcal/kg, y niveles de Ca y P (4,5% y 0.355%) respectivamente así como el porcentaje de inclusión del Ca grueso que ayudó al mejoramiento de la cáscara y, el uso de minerales orgánicos a base de Selenio, Bioplex Se® Alltech a razón de 1 Kg /Ton de alimento consideramos factores que ayudaron a mejorar los coeficientes de variación obtenidos en el análisis de los huevos en la primera fase, y así mismo se buscó obtener una mayor ganancia de peso y engrase del ave previa a la venta final por descarte.

**Tabla 25**

*Matriz de formulación Dietas para para Gallinas Lohman Brown de 71 semanas- Hasta final "Avícola Cecilita".*

	<b>Dieta Postura 3</b>	<b>Dieta Postura 3 Ajustada</b>
Ingredientes	Semana71 - Final	Semana 71- Final
Maíz Nacional	984	980
Soya Importada	555	560
Trigo	220	220
Afrecho	21	7
Polvillo	100	100
Carbonato Fino	40	36
Carbonato Grueso	195	210
Aceite De Palma	46	49
Fosfato Mono Cálculo	14,5	15,5
Sal	7,5	7,5
Vitamina Postura	3,5	3,5
Metionina	3	3
Cloruro De Colina 60%	2	2
Atrapante Toxinas	2,2	2,2
Ácido Anti Hongos	2,2	2,2
Enzima Ssf	0,33	0,33
Bioplex Selenio		1
Promotor De Crecimiento	1	1
<b>Total Libras</b>	<b>2200,23</b>	<b>2200,23</b>

**Tabla 26**

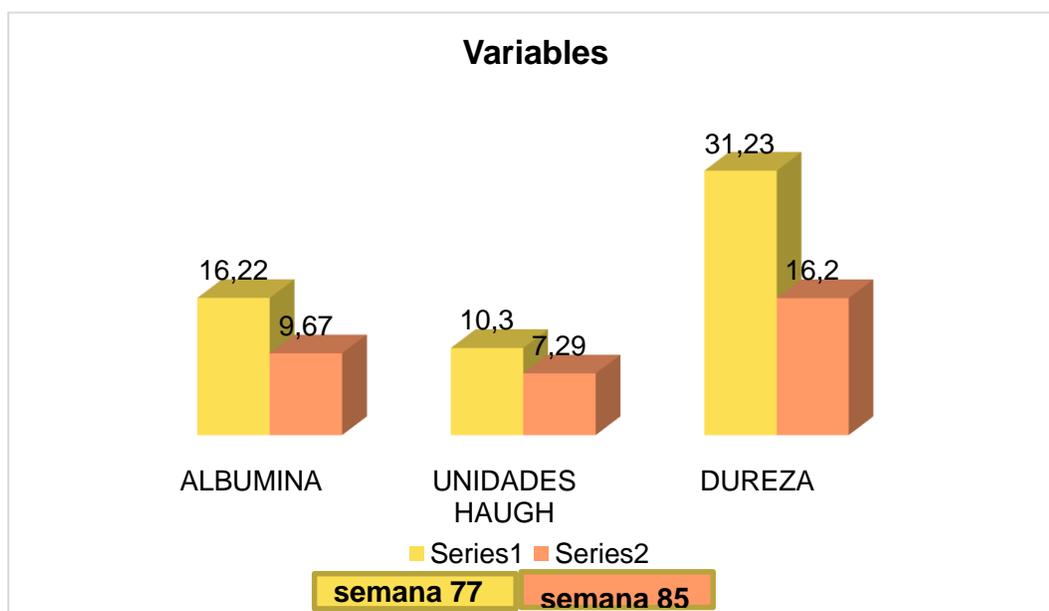
*Análisis nutricional calculado de las dietas para Gallinas Lohman Brown de 71 semanas hasta final "Avícola Cecilita".*

	<b>Dieta Postura 3</b>	<b>Dieta Postura 3 Ajustada</b>
<b>Nutrientes</b>	<b>71semanas - Final</b>	<b>71semanas- Final</b>
Energía Kcal/Kg	2811	2811
Proteína %	17,5	17,5
Calcio %	4,30	4,50
Fosforo Disponible	0,345	0,355
Fibra%	2,8	2,8
Lisina Digestible%	0,79	0,795
Treonina Digestible%	0,548	0,55
Grasa %	5	5,1

Estos resultados coinciden con Curtis, Kerth y Anderson, (2005) quienes encontraron que el porcentaje de la cáscara, albúmina y yema se ve significativamente afectados por la edad de las aves demostrando una relación inversa entre el porcentaje de albúmina (70.01 a 62.57%) que disminuye a medida que el ave envejece al igual que el porcentaje de yema (28.43 a 19.67%) en huevos procedentes de estirpes de gallinas de postura Hy-Line W-36, Hy-Line W-98, Hy-Line CV-20, ISA White, y Bovans White en un periodo de postura de 44 a 64 semanas de edad.

**Figura 5**

*Efecto de la modulación de dietas (77 y 85 semanas)*



Según Bar, Razaphkovsky y Vax (2000) el aumento de niveles de Ca en la dieta de 48 a 50 g / kg no afectó la producción de huevos, pero si aumentó el peso de la cascara y su grosor; mientras que el contenido de P en la dieta de 3-4 g / kg (1g / kg de P inorgánico agregado) parece ser suficiente para mantener la producción de huevos y la calidad de la cáscara en gallinas ponedoras Lohmann, Yafa y Yarkon de 401 a 650 días de edad. Al igual que Safaa et al, (2008) quienes concluyen que, gallinas ponedoras de huevos marrones al final de su ciclo

productivo requieren más del 3.5% de Ca en la dieta para mantener la productividad y calidad de la cáscara en gallinas Lohman Brown hasta las 73 semanas de edad.

Estos resultados no coinciden con de Witt, Kuleile, Van der Merwe y Fair (2009) quienes concluyen que los diferentes tamaños de partículas de piedra caliza (pequeñas <1.0 mm), medias (1.0 - 2.0 mm) y grandes (2.0 - 3.8 mm) no tuvieron efecto en ninguno de los parámetros de producción de huevos y calidad de la cáscara de huevo en gallinas Lohman Silver entre las 54, 58, 64 y 70 semanas de edad. Estos resultados sugirieron que las partículas de piedra caliza más grandes no son necesariamente esenciales para proporcionar suficiente Ca a las gallinas ponedoras para la producción de huevos y la calidad de la cáscara de huevo al final de la postura, siempre que el contenido de Ca en la dieta satisfaga los requisitos de la gallina ponedora.

Estos resultados también coinciden con An et al., (2016) quienes investigaron los efectos de dietas con niveles variables de calcio en la producción de huevos, la calidad de la cáscara y el estado general del calcio en gallinas ponedoras Hy-Line Brown de 70 semanas de edad, y alimentadas con dietas experimentales conteniendo 3.5%, 3.8%, 4.1%, 4.4% y 4.7% de Ca, durante 10 semanas reportando que los niveles dietéticos de Ca no afectaron el consumo de alimento ni el rendimiento de las gallinas de postura pero, detectaron un mejoramiento de la calidad de la cáscara del huevo a niveles de hasta un 4.7%, de Ca durante el último tercio del período concluyendo que las gallinas ponedoras marrones ,avejentadas requieren un nivel relativamente más alto de Ca para reducir los huevos quebrados y maximizar las calidades de la cáscara de huevo que los niveles recomendados por los estándares actuales de postura.

En cuanto al uso de minerales orgánicos estos resultados concuerdan con los obtenidos por Manangi et al., (2015) quienes suplementando productos a base de quelato de metal con hidroxianálogo de metionina) vs. MMIs (micro minerales inorgánicos) a las dietas de ponedoras,

lograron obtener una mejora en la resistencia a ruptura de la cáscara ( $P < 0.05$ ; semana 68), una mejora del grosor ( $P < 0.05$ ; semana 74) y también una mejora en la respuesta inmune ( $P < 0.05$ ; semana 63) de gallinas ponedoras Hy Line W35 un estudio de 56 semanas de duración (24 a 80 semanas de edad) para conocer su efecto sobre el rendimiento productivo, la calidad de la cáscara, la resistencia a la ruptura y la respuesta inmune.

El uso de minerales traza de una fuente de origen orgánico vs una inorgánica también muestran resultados positivos en cuanto se refiere al mejoramiento de las características estructurales y la calidad de las cáscaras de huevo, al evidenciar el efecto de los niveles de Mn, Zn y Cu orgánicos en niveles de 125-120-20mg/Kg de ración ,pues proporcionaron una menor pérdida de huevos, un mayor grosor y una mayor resistencia de la cáscara en gallinas Hy Line W36 entre las semanas 47 y 62 de postura según Stefanello et al., 2014.

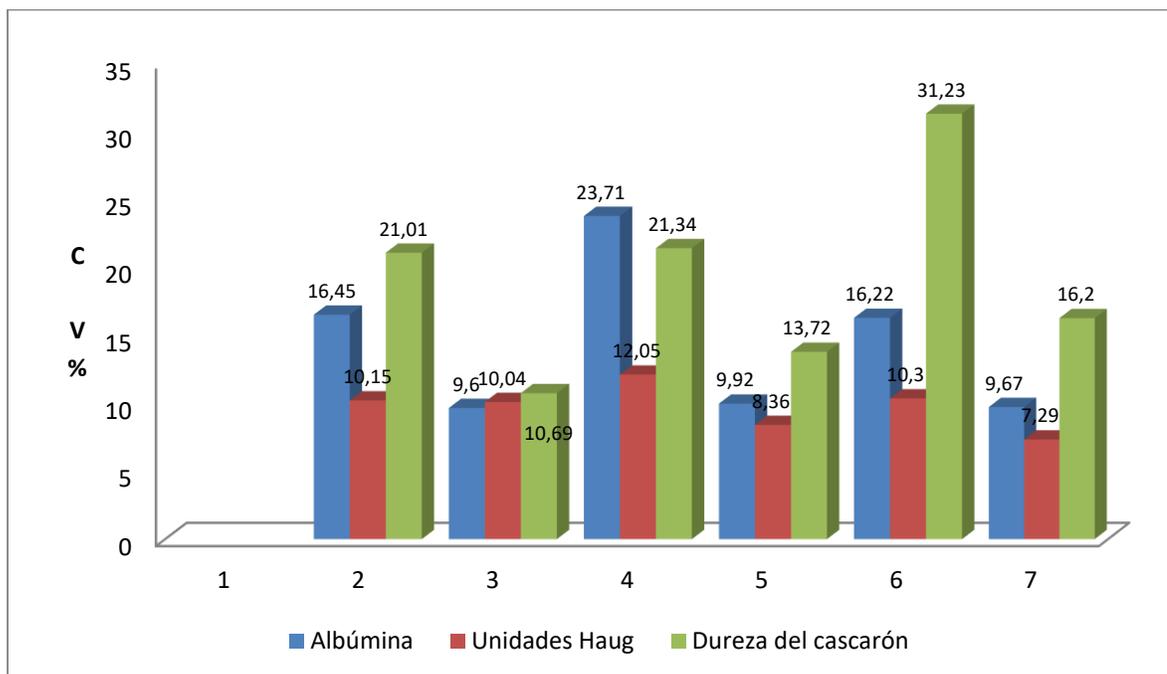
Otros autores como Paton y Cantor (2000) en un estudio efectuado para evaluar el efecto de dos fuentes de selenio en la dieta (Se orgánico como levadura selenizada (Sel-Plex®, Alltech, vs Se inorgánico como selenito de sodio ) y el almacenamiento de huevos sobre la calidad interna del huevo (unidades Haugh) y la resistencia a la rotura de la cáscara en gallinas ponedoras Babcock B-300V, de 80 semanas de edad, por un periodo de alimentación de 13 semanas, encontraron que el único efecto significativo ( $P < 0,05$ ) fue el incremento de la resistencia a la rotura de la cascara por efecto de la alimentación con levadura de Selenio y también los valores de calidad interna y resistencia a la rotura se vieron afectados por el efecto del almacenamiento de los huevos después de 42 días.

Zoran et al, (2010) en cambio no reporta efectos adversos en la inclusión de selenio en las dietas de alimentación para gallinas ponedoras independientemente de su fuente orgánica (levadura enriquecida de Se) o inorgánica (Selenito de sodio), sobre la fuerza de rotura, el grosor

y el porcentaje de la cascara, ( $P>0.05$ ) en un estudio llevado a efecto sobre gallinas Shaver 579 en un periodo de 16 semanas.

**Figura 6**

*Variación de los CV (%) en función de la modificación de las dietas*



**Análisis Económico**

Análisis Económico		
Semanas	42-65	77-85
Numero de aves	20.000	20.000
% de postura	95	85
Numero de huevos	19.000	17.000
Cubetas diarias	633,33	566,66
Porcentaje normal de huevos Rotos	2,20%	5,30%
Efecto de la modulación	0,90%	2,60%
Porcentaje de mejora huevos sanos	1,30%	2,40%
Cubetas huevos sanos	8,22	13,59
Precio/cubeta	2,6	2,6
Ingresos extra /cubeta	21,37	21,75
ingresos diarios	13,15	15,18
Incremento \$ /ton	1,35	1,1
Consumo Alimento Ton	2,3	2,3
Incremento Costo/Ton \$	3,1	2,53
Costo/Ton mejorador cascara \$	9,66	12,65
Ganancia huevos sanos diarios	\$10,045/en huevos sanos/día	\$6,57 en huevos sanos/día

## Capítulo V

### Conclusiones Y Recomendaciones

#### **Conclusiones**

Los diferentes parámetros de calidad del huevo comercial de la Granja avícola “Cecilita”, luego de realizados los análisis y en base a ello las modificaciones respectivas en la composición nutricional de las dietas, durante la primera y segunda fase del análisis se encuentran dentro de lo establecido en la norma técnica ecuatoriana INEN 1973:2011.

Los valores para Altura de la albumina (16,45%; 23,71% y 16,22%), Unidades. Haugh (10,15%; 12,05% y 10,3%) y, dureza de la cáscara (21,01%; 21,34% y 31,23%) de los huevos analizados en la primera fase, resultaron ser los que presentaron coeficientes de variación mayores al 10% (CV>10%).

Al gestionar el uso del Calcio grueso Ca++ en la dieta, incrementando su porcentaje de inclusión desde 60% hasta un 90% del total del calcio en la fórmula, se obtuvo mejoras en la calidad de la cascara, dureza y grosor, desde la semana 42 hasta la semana 85 de postura encontrando que los coeficientes de variación (CV%) para esta variable disminuyeron de 21,01 a 10,69%; de 21,34 a 13,72% y de 31,23 a 16,2% en los análisis efectuados entre la primera y segunda fase. Y mejorando de 1,3% hasta 2,4% menos huevos rotos durante todo el periodo investigado.

La modificación de los valores de energía de 2.795 a 2.811 Kcal/kg de EM y los porcentajes de grasa de 4,1 a 5,1% en las dietas de aves de postura desde la semana 42 hasta la 85 mejoraron la calidad de los huevos obtenidos entre las fases uno y dos del análisis.

Además la inclusión de minerales orgánicos a base de levadura de Selenio Bioplex Se® Alltech (1Kg por Ton) en la fase final de postura, y mejoradores de cáscara como el Allzyme® SSF

coadyuvaron a mejorar la dureza del cascarón (10,79%; 13,72% y 16,2%) y las Unidades Haugh (10,04; 8,36 y 7,39%) respectivamente en las semanas 49, 65 y 85 de postura.

La aplicación de un ajuste en el plan de revacunación de la parvada entre la semana 42 hasta la semana 49, mediante la aplicación de una vacuna mixta Newcastle+ bronquitis, evidenció una mejora de los coeficientes de variación (CV%) en la variable altura de albumina, que disminuyeron de 16,45 a 10,04; de 23,71 % a 9,92%; y de 16,22 a 9,67% respectivamente entre las semanas 42, 59, y 77 de postura.

Consideramos que las medidas implementadas en la mejora de las condiciones de recolección, transporte, manejo y almacenamiento de los huevos, así como mejoras en la ventilación, limpieza y sanidad de la bodega de acopio, influyeron en el aumento de la calidad de los huevos, de manera especial en las variables albúmina y Unidades Haugh.

Finalmente analizamos como la modulación de las dietas mejoraron la calidad de los huevos producidos en la "Avícola Cecilita" tomando como referencia los porcentajes de huevos rotos, blanco, deformes, etc recolectados. Con la dieta estándar en el galpón se obtenían un 2,2% de huevos rotos, con la modificación de nutrientes de la fórmula el porcentaje se redujo a un 0,9% es decir hubo una mejora de 1,3% menos de huevos rotos durante las semanas 49 hasta la semana 65.

Este porcentaje representó un incremento en 8,23 cubetas de huevos sanos diarias, las mismas que produjeron un ingreso de \$ 13,15 USD. La modificación de la fórmula incrementa el costo en \$1.35/Ton obteniendo un costo de \$3,1 diarios/Ton. Este valor permite obtener una ganancia diaria de \$10,045USD diarios por la mejora en la calidad de huevos sanos que se obtuvieron.

De igual manera la modificación de la dieta con el mejorador de la cáscara Bioplex Se® disminuyó en un 2,9% el porcentaje de huevos rotos que se recolectaron (5,3%) logrando

mejorar en un 2,4% la calidad de los huevos recolectados a partir de la semana 72 de postura; este porcentaje representa un aumento de 13,59 cubetas de huevos sanos diarios recaudando un valor de \$21,75 diariamente. Esta modificación incrementa el costo de la formula en \$2,53/Ton más el mejorador de cáscara, recibiendo \$6,57 USD recuperables de huevos sanos.

### ***Recomendaciones***

Al termino del presente estudio se recomienda el uso del analizador DET 6000, puesto que permite desde un punto de vista analítico, poder determinar los valores de cada uno de los parámetros que conforman la calidad del huevo, para luego de esto, proceder a un análisis pormenorizado del contenido nutricional de las dietas que se están ofertando a las aves.

El uso de esta tecnología permite mantener un control y monitoreo constante de calidad de los huevos frente a la normativa nacional de huevos y ovoproductos (NTE INEN 1973:2011).

La modulación de las dietas de postura en base al análisis de calidad de huevos comerciales permite mejorar el número de cubetas de huevos sanos, mejorando los ingresos del productor, y entregando al mercado nacional un producto de alta calidad nutritivo y sano.

Esta herramienta debe estar acompañada con medidas de sanidad, manejo y almacenamiento adecuado del producto, como son la temperatura y la humedad adecuadas en rangos que estén entre 7 a13°C y una humedad relativa del 70-75%, con la finalidad de mantener la calidad y frescura de los mismos.

Realizar trabajos similares en otros pisos altitudinales, condiciones climáticas, líneas genéticas y diferentes edades de aves productoras de huevo comercial y divulgar los resultados obtenidos en medios especializados para masificar el uso de esta práctica.

### Bibliografía

- Ahmad, H., & Balander, R. (2003). Alternative Feeding Regimen of Calcium Source and Phosphorus Level for Better Eggshell Quality in Commercial Layers. *J. Appl. Poult. Res.* 12:509–514, 12, 509-514.
- Ahmadi, F., & Rahimi, F. (2011). Factors Affecting Quality and Quantity of Egg Production in Laying Hens: A Review. *World Applied Sciences Journal*, 12(3), 372-384.
- Aldana, D. (3 de Febrero de 2016). *Alternativas para lograr una cáscara más resistente en huevos fértiles y de mesa*. Obtenido de Ergomix: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/alternativas-lograr-cascara-mas-t33113.htm>
- Aldrigui, L., Filardi, R., Tedeschi, L., Garcia-Neto, M., & Neves, F. (2013). Influencia del balance electrolítico y la relación electrolítica en la productividad de las gallinas ponedoras. *Congreso Científico de Avicultura*. Lleida: Simposio WPSA-AECA.
- An, H. K. (2016). Effects of Dietary Calcium Levels on Productive Performance, Eggshell Quality and Overall Calcium Status in Aged Laying Hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science AJAS*, 29(10), 1477-1482.
- Avi-vet. (17 de Marzo de 2010). *El Huevo y sus partes*. Obtenido de <http://avivet2010.blogspot.com/2010/03/el-huevo-y-sus-partes.html>
- Balnave, D., & Brake, J. (2005). Nutrition and management of heat-stressed pullets and laying hens. *World Poultry Science*, 61(3), 399-406.
- Bar, A., Razaphkovsky, V., & Vax, E. (2002). Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. *British Poultry Science.*, 43(2), 261-269.
- Barroeta, A. (2012). Formación del Huevo. En I. d. Huevo, *Lecciones sobre el Huevo* (págs. 46-54). Madrid: Torreangulo Arte Gráfico, S. A.
- Bouvarel, I. a. (2011). *Hen nutrition for sustained egg quality*. Woodhead Publishing Limited.
- Cevallos, A. (06 de septiembre de 2016). Manejo de la Alimentación y Nutrición en Ponedoras. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Chan-Colli, M.-H. S.-C.-F.-R. (2007). Effect of Dietary Energy and Sulphur Amino Acids level on Egg production traits in the tropics. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(6), 1209-1213.
- CONAVE. (2014). Estadísticas avícolas. Recuperado el febrero de 2018, de [http://conave.org/upload/noticias/Estadisticas avicolas CONAVE.pdf](http://conave.org/upload/noticias/Estadisticas%20avicolas%20CONAVE.pdf)
- Coutts, J. &. (2007). *Manual práctico de calida del huevo*. Queensland: Department of Primary Industries and Fisheries.

- Curtis, P., Kerth, L., & Anderson, K. (2005). Quality and compositional characteristics of layer hens as affected by bird age. *XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*, (págs. 214-219). Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May 2005.
- De Souza Resende, V., Almeida Brainer, M., Modesto, K., & da Costa Leite, R. y. (2017). Effects of enzyme supplementation on diets of medium-heavy laying hens at 28 to 40 weeks. *Revista Ciência Agronômica*, 48(4), 683-689.
- DSM. (2016). <https://www.dsm.com>. Obtenido de <https://avicultura.com/dsm-reedita-su-guia-de-pigmentacion-de-yema-del-huevo-y-el-abanico-colorimetrico-dsm-yolkfan/>
- Escorcia, M., & Moreno, A. (2016). *El Cascarón del huevo*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- ESPAC. (2017). *Número de Aves criadas en el campo por especies, según Región y Provincia*. Quito.
- FAO. (25 de julio de 2018). [www.fao.org](http://www.fao.org). Obtenido de <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/284415/>
- Fuentes Pérez, P. (2002). Calidad interna del Huevo y su conservación. En I. d. Huevo, *Lecciones sobre el Huevo* (págs. 57-63). Barcelona: Instituto de Estudios del Huevo.
- Gallardo, C., & Salvador Tasayco, E. (2016). Efecto de los niveles de aminoácidos azufrados sobre la calidad del huevo en gallinas de. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(9), 1-11.
- Gallardo, C., & Salvador, E. (2016). Efecto de los niveles de aminoácidos azufrados sobre la calidad del huevo en gallinas de postura en el primer ciclo de producción. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(9), 1-11.
- Gavril, R., & Ustoroi, M. (2014). Effects of temperature and storage conditions on hen eggs quality. *Journal of Biotechnology*, 161, 210-214.
- Gheisari, A., Sanei, A., Abdolhossein, S., Mohamad, M., & Majid, T. (2011). Effect of Diets Supplemented with Different Levels of Manganese, Zinc, and Copper from their Organic and Inorganic Sources on Egg Production and Quality Characteristics in Laying Hens. *Biol Trace Elem Res.*(142), 557-571.
- Google. (2020). Obtenido de <https://www.google.com/maps/search/Granja+Av%C3%ADcola+Cecilita.+Cotal%C3%B3.+Provincia+de++google+maps/@-1.4444083,-78.532172,12537m/data=!3m2!1e3!4b1>
- Guo, X. a. (2012). mpacts of Limestone Multi-particle Size on Production Performance, Egg Shell Quality, and Egg Quality in Laying Hens. *Asian-Aust.J.Anim.Sci.*, 25(6), 839-844.
- Gupta, L. (Febrero de 2008). <http://www.thepoultrysite.com>. Recuperado el 17 de marzo de 2019, de <http://www.thepoultrysite.com/articles/1003/factors-influencing-shell-quality/>.

- Gutiérrez, C., Díaz, A., Escorcía, M., Velasco, A., & Rangel, L. (2015). *El Huevo Paso a paso*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Härtle, S., Magor, K., Göbel, T., Davison, F., & Kaspers. (2014). Structure and evolution of avian immunoglobulins. *Avian Immunology*, 103-106.
- Huevo, I. d. (2009). *El Gran Libro del Huevo*. León-España: EVERGRÁFICAS, S.L.
- Hunton, P. (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(2), 67-71.
- Hunton, P. (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7(2), 67-71.
- Hy line brown. (2017). *Ponedoras comerciales*. Obtenido de <https://www.hyline.com/filesimages/Hy-Line-Products/Hy-Line-Product-PDFs/Brown/BRN%20COM%20SPN.pdf>
- INEN., & ovoproductos, H. y. (24 de Julio de 2018). Obtenido de <https://archive.org/stream/ec.nte.1973.2011#page/n1/mode/2up>
- Kaspers, & Bernard. (14 de 12 de 2016). Obtenido de <http://www.ltz.de/en/news/lohmann-information/An-egg-a-day-the-physiology-of-egg-formation.php>
- Kenner, K., Avoy, J., Anderson, E., & Osborne, J. (2006). Effect of Testing Temperature on Internal Egg Quality Measurements. *The Poultry Science*, 85, 550-555.
- Ketta, M. a. (2016). Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech J. Anim. Sci.*, 61(7), 299-309.
- Kralik, G., Gajcevic, Z., Suchy, P., Strakova, E., & Hancek, D. (2009). Effects of Dietary Selenium Source and Storage on Internal Quality of Eggs. *Acta Vet. BRNO*(78), 219-222.
- Line, H. (12 de 2015). *www.hyline.com*. Recuperado el 21 de 01 de 2018, de [www.hyline.com/asp/resourcelibrary/downloads.aspx](http://www.hyline.com/asp/resourcelibrary/downloads.aspx)
- Lohmann, T. (13 de 06 de 2016). *www.ltz.de*. Obtenido de <http://www.ibertec.es/docs/productos/lbcbrown.pdf>
- Manangi, M. V.-A. (2015). The impact of feeding supplemental chelated trace minerals on shell quality, tibia breaking strength, and immune response in laying hens. *J. Appl. Poult. Res.*, 1-11.
- Mavromichalis, I. (2 de Diciembre de 2015). *www.wattagnet.com*. Obtenido de <https://www.wattagnet.com/articles/25083-understanding-daily-calcium-cycle-in-layer-hens>
- Mazzuco, H., & Bertechini, A. (2014). Critical points on egg production: causes, importance and incidence of eggshell breakage and defects. *Ciencia e Agrotecnología*, 1(38), 7-14.

- NABEL. (12 de Julio de 2018). *Medidor digital de huevo*. Obtenido de <http://det6000.com/es/egg-quality/>
- Nys, Y. G.-R. (2004). Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix proteins. *C. R. Palevol*, 3, 549-542.
- Nys, Y., & Guyot, N. (2011). *Egg formation and chemistry* (Vol. 1). Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Paton, D. A. (2000). Effect of Dietary Selenium Source and Storage on Internal Quality and Shell Strength of Eggs. *The Southern Poultry Science Society*, (pág. 146). Lexington.
- Pavlović, Z., Ivanka, M., Zivan, J., Zlatica, P., Zdenka, & Slađana, S. (2010). The Effect of Level and Source of Dietary Selenium Supplementation on Eggshell Quality. *Biol Trace Elem Res.*, 133, 197-202.
- Perazzo Costa, F. O. (2008). Use of Exogenous Enzymes on Laying Hens Feeding During the Second Production Cycle. *International Journal of Poultry Science*, 7(4), 333-338.
- Poggenpoel, D. F. (1996). Response to long-term selection for egg production in laying hens. *British Poultry Science*, 37, 743-756.
- Pronavicola. (2017). [www.pronavicola.com](http://www.pronavicola.com). Obtenido de <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/lb2017.pdf>
- Ravindran, V. (2013). <http://www.fao.org>. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-al703s.pdf>
- Registro Nacional Avícola. (2015). *Número de aves criadas en planteles avícolas por especies, según región y provincia*. Quito.
- Roberts, J. (2004). Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *Journal of Poultry Science*, 161-177.
- Roberts, J. (2005). Egg quality guidelines for the Australian egg industry. *XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products* (págs. 326-330). Doorwerth, The Netherlands.: Australian Egg Corporation Limited .
- Roberts, J. (2005). Egg quality guidelines for the Australian egg industry. *XI th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products*, (págs. 326-330). Doorwerth, The Netherlands, 23-26 May 2005.
- Rodríguez, A., Domínguez, N., Muñoz, A., & Ortega, M. (2013). (2013) change in the chicken egg shell cuticle with hen age and egg freshness. *Poultry science*, 92, 3026-3035.
- Rodríguez, A., Kalin, O., Nys, Y., & Garcia, J. (2002). Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. *British Poultry Science*, 395-403.
- Rossi P., A. P. (2010). Effect of distillers dried grains with solubles (DDGS) and enzyme supplementation on egg quality and yolk color. *Proceedings of International Poultry Scientific Forum*, (pág. 244). Atlanta.

- Safaa, M. P.-M. (2008). Productive Performance and Egg Quality of Brown Egg-Laying Hens in the Late Phase of Production as Influenced by Level and Source of Calcium in the Diet. *Poultry Science*, 87, 2043-2051.
- Salazar, C. (2011). <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2830>. Recuperado el 19 de 04 de 2019
- Samiullah, S., Roberts, J., & Chousalkar, K. (2015). Eggshell color in brown-egg laying hens - a review. *Poultry Science*, 94, 2566-2575.
- Samli, H. A. (2005). Effects of Storage Time and Temperature on Egg Quality in Old Laying Hens. *J. Appl. Poult. Res.*, 548-553.
- Sastre, A., Sastre, R., Tortuero, F., Suárez, D., Gregorio, D., & López, C. (2002). *Lecciones sobre el huevo*. Madrid: Instituto de Estudios del Huevo.
- Schwägele, F. (2011). Egg quality assurance schemes and egg traceability. En G. Max Rubner-Institut, *Improving the safety and quality of eggs and egg products* (págs. 62-80). Woodhead Publishing Limited.
- Scott, T., & Silversides, F. (2000). Efecto of Storage and Strain of Hen of Egg Quality. *Poultry Science*, 79, 1725-1729.
- Sekerolglu, A., & Altuntas, E. (2009). Effects of egg weight on egg quality. *J. Sci Food Agric*, 379-383.
- Shafer, D. a. (1998). Dietary methionine intake effects on egg components yield, composition, functionality and texture profile analysis. *Poultry Science*, 77, 1056-1062.
- Soler, R., & Bueso, J. (2017). Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. *Nereis. Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*, 10, 138-146.
- Soler, R., & Bueso, J. (18 de Diciembre de 2017). Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina. *Revista Iberoamericana*, 137-147. Obtenido de <file:///C:/Users/Siomary/Downloads/Dialnet-AnalisisDeLasAlteracionesDeLaCascaraDelHuevoDeGall-6446424.pdf>
- Travel, A., & Nys, Y. (2011). Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. En F. a. Institut National de la Recherches Agronomique. Glasgow: Woodhead Publishing Limited.
- Tumova, E., Englmaierova, M., Ledvinka, Z., & Charvatova, V. (2011). Interaction between housing system and genotype in relation to internal and external egg quality parameters. *Czech Journal of Animal Science.*, 56, 490-498.
- USDA. (2000). *Egg Grading Manual HA-75*. Washington: USDA-AMS-Poultry Programs-STOP 0259.

- Van Toledo, B. P. (1982). Role of ultrastructure in determining eggshell strength. *Poultry Science*, 61, 569-572.
- Witt, F. N. (2009). Effect of limestone particle size on egg production and eggshell quality of hens during late production. *South African Journal of Animal Science (Supplement 1)*, 39, 37-40.
- Yiyang, W., Wang, Z., & Yuanyuan, S. (2018). Assessment of the relationship between ovomucin and albumen quality of shell eggs during storage. *Poultry Science*, 1-7.
- Zaviezo, D. (Noviembre de 2016). *www.nutricionanimal.info*. Recuperado el 21 de noviembre de 2018, de *Nutricion animal.info*: <https://nutricionanimal.info/mejorar-la-calidad-huevo/>
- Zoran, P. I. (2010). The Effect of Level and Source of Dietary Selenium Supplementation on Eggshell Quality. *Biol Trace Elem Res*, 133, 197-202.

## Anexos