



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EFECTO DE CONCENTRADO DE PROTEÍNA DE
MAÍZ SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS
PONEDORAS LOHMANN BROWN DE 64 SEMANAS DE EDAD”**

AUTOR: HERRERA LLAGUNO, ALFREDO JAVIER

DIRECTOR: ING. ORTIZ MANZANO MARIO LEONARDO

SANGOLQUÍ

2018



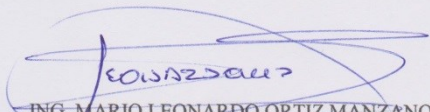
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "*EFECTO DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE MAÍZ SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS PONEDORAS LOHMANN BROWN DE 64 SEMANAS DE EDAD*" realizado por el señor **HERRERA LLAGUNO ALFREDO JAVIER**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **HERRERA LLAGUNO ALFREDO JAVIER** para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 14 de febrero de 2018

Atentamente,


ING. MARIO LEONARDO ORTIZ MANZANO
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **HERRERA LLAGUNO ALFREDO JAVIER**, con cédula de ciudadanía N° 1724729312, declaro que este trabajo de titulación "**EFECTO DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE MAÍZ SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS PONEDORAS LOHMANN BROWN DE 64 SEMANAS DE EDAD**" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 14 de febrero de 2018

ALFREDO JAVIER HERRERA LLAGUNO

C.C. 1724729312



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, **HERRERA LLAGUNO ALFREDO JAVIER**, con cédula de ciudadanía N° 1724729312, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE publicar en la Biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**EFECTO DE CONCENTRADO DE PROTEINA DE MAÍZ SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN GALLINAS LOHMANN BROWN DE 64 SEMANAS DE EDAD**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 14 de febrero de 2018

ALFREDO JAVIER HERRERA LLAGUNO

C.C. 1724729312

DEDICATORIA

A mis padres Alfredo y Glenda.

A mis hermanos Pablo, Alejandra, Andrés y Glenda.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por el respaldo incondicional durante toda mi carrera estudiantil, además del amor brindado durante toda mi vida.

A mis padres sin los cuales no hubiera logrado este objetivo, siempre me aconsejaron en el momento justo para lograr tomar las decisiones correctas, fueron mi apoyo y mi refugio.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a la Facultad de Ingeniería Agropecuaria IASA-I, en la cual encontré conocimiento, grandes amistades y personas excepcionales.

Al Dr. Christian Ponce, por sus conocimientos y respaldo.

Al Ing. Mario Ortiz por su ayuda y consejos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	1
1.2 Importancia	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Hipótesis	3

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL	4
2.1 La avicultura en el Ecuador	4
2.2 Descripción taxonómica	4
2.3 Gallina Lohmann Brown	4
2.4 Parámetros de calidad de huevo	5
2.5 Morfología y características organolépticas	5
2.6 Unidades Haugh (UH)	6
2.7 Clasificación comercial del huevo	6
2.8 Digital Egg Tester 6000 (DET 6000)	7

2.9	Requerimientos nutricionales de las gallinas ponedoras	8
2.9.1	Energía	9
2.9.2	Proteína y aminoácidos	10
2.9.3	Grasas	10
2.9.4	Minerales	10
2.9.5	Vitaminas	11
2.10	Rutas metabólicas de las proteínas	11
2.11	Concentrado de proteína de maíz (CPM)	12
2.12	Proteína ideal	12

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA **13**

3.1	Ubicación del área de estudio	13
3.1.1	Ubicación política	13
3.1.2	Ubicación geográfica	13
3.1.3	Descripción del área de estudio	14
3.2	Métodos	14
3.3	VARIABLES ANALIZADAS	16
3.4	Análisis de la información	17
3.5	Análisis económico	18

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN **19**

4.1	Resultados	19
4.1.1	Ganancia de peso	19
4.1.2	Resultados variables productivas primer periodo	20
4.1.3	Resultados variables productivas segundo periodo	21
4.1.4	Resultados variables productivas tercer periodo	22
4.1.5	Resultados variables productivas cuarto periodo	23
4.1.6	Resultados variables productivas quinto periodo	24
4.1.7	Resultados variables productivas 70 días	25
4.1.8	Resultados variables calidad de huevo primer periodo	30

4.1.9	Resultados variables calidad de huevo segundo periodo.....	30
4.1.10	Resultados variables calidad de huevo tercer periodo.....	31
4.1.11	Resultados variables calidad de huevo cuarto periodo.....	32
4.1.12	Resultados variables calidad de huevo quinto periodo.....	33
4.1.13	Resultados variables calidad de huevo 70 días	34
4.1.14	Análisis económico	39
4.2.	Discusión	43
4.2.1	Peso Corporal.....	43
4.2.2	Porcentaje de producción.....	43
4.2.3	Consumo de alimento	44
4.2.4	Conversión alimenticia	45
4.2.5	Peso y masa del huevo	46
4.2.6	Unidades Haugh (HU).....	46
4.2.7	Resistencia de la cáscara.....	47
4.2.8	Grosor de la cáscara.....	48
4.2.9	Coloración de la yema	48
4.2.10	Altura de la Albúmina.	49
4.2.11	Clasificación de la producción total de huevos.....	49
4.2.12	Análisis económico	50

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51	
5.1	Conclusiones	51
5.2	Recomendaciones.....	51
5.3	Bibliografía	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los huevos según unidades Haugh.....	6
Tabla 2 Clasificación comercial del huevo de acuerdo a su grado de calidad	7
Tabla 3 Recomendación de niveles de nutrientes para ponedoras Lohmann Brown. ...	9
Tabla 4 Formulación de las dietas por tratamiento (%), para gallinas ponedoras Lohmann Brown de 64 semanas de edad	16
Tabla 5 Composición de nutrientes de las dietas por tratamiento, para gallinas ponedoras Lohmann Brown de 64 semanas de edad.....	17
Tabla 6 Análisis de varianza con fuentes de variación y grados de libertad.....	19
Tabla 7 Peso corporal de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	20
Tabla 8 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el primer periodo (64-65 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	22
Tabla 9 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el segundo periodo (66-67 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	23
Tabla 10 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el tercer periodo (68-69 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	24
Tabla 11 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el cuarto periodo (70-71 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	25
Tabla 12 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el quinto periodo (72-73 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	26
Tabla 13 Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown durante las semanas 64 hasta 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.	28

Tabla 14	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el primer periodo (64-65 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	31
Tabla 15	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el segundo periodo (66-67 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	32
Tabla 16	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el tercer periodo (68-69 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	33
Tabla 17	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el cuarto periodo (70-71 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	34
Tabla 18	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el quinto periodo (72-73 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	35
Tabla 19	Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	37
Tabla 20	Clasificación de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz, según norma técnica ecuatoriana vigente de 1973.....	40
Tabla 21	Cantidad de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	41
Tabla 22	Beneficio bruto de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	42
Tabla 23	Beneficio bruto, beneficio neto, costos variables y diferencia de beneficio neto de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.....	42

Tabla 24 Análisis de dominancia de los tratamientos no dominados para la producción de huevos en gallinas Lohmann Brown.	42
Tabla 25 Análisis marginal y tasa de retorno marginal de los tratamientos para la producción de huevos en gallinas Lohmann Brown.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Probador digital de huevos DET 6000.....	8
Figura 2 Ubicación de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.....	13
Figura 3 Disposición del Experimento en campo.....	15
Figura 4 Promedio de cambio de peso de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días	20
Figura 5 Promedio de producción quincenal de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días	28
Figura 6 Promedio de producción total y consumo de alimento acumulado en gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días	28
Figura 7 Promedio del peso y masa del huevo de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días	29
Figura 8 Promedio de la conversión alimenticia de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días	29
Figura 9 Altura de la albumina en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	37
Figura 10 Resistencia de la cascara en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	37
Figura 11 Grosor de la cascara en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	38
Figura 12 Unidades Haugh en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	38

Figura 13 Coloración de la yema en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	39
Figura 14 Clasificación de huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días.....	40
Figura 15 Análisis de dominancia de los tratamientos	42

RESUMEN

El presente estudio se realizó para lograr establecer el efecto de inclusión de diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz (CPM) en la dieta, sobre el rendimiento productivo y la calidad de huevo en gallinas ponedoras. Se utilizó un diseño completamente al azar, los factores evaluados fueron seis niveles de CPM (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%) con seis repeticiones. El experimento duró 10 semanas y se utilizaron 180 gallinas de la línea Lohmann Brown de 64 semanas de edad, con un peso inicial de 2045 ± 190 g. La unidad experimental fue una jaula, (40.6×45.7 cm) con capacidad para 5 gallinas. Los tratamientos que contenían CPM aumentaron el peso final de las aves en 1,5% ($p \leq 0.05$). Las aves presentaron un incremento lineal en peso del huevo ($p \leq 0.05$), masa de huevo ($p \leq 0.05$) y conversión alimenticia ($p \leq 0.05$), a medida que el CPM incremento en la dietas, mientras que el porcentaje de producción ($p \leq 0.05$), consumo de alimento ($p \leq 0.05$), peso del huevo ($p \leq 0.05$), masa de huevo ($p \leq 0.05$) y conversión alimenticia ($p \leq 0.05$), se ajustaron a un modelo cuadrático de forma creciente. La inclusión del 1.5% de CPM logró una producción de 91,43%, mantuvo el consumo de alimento ($116.79 \text{ g}^{-1}\text{ave}^{-1}\text{dia}$), peso huevo (60.94 g) y mejoró la conversión alimenticia (1.92 kg alimento/kg huevo). La mayor coloración de yema según el abanico DSM fue con el 2.5% de CPM. Los resultados de esta investigación sugieren, que la adición de CPM logró mejorar los parámetros productivos mientras mantiene parámetros de calidad de huevo.

PALABRAS CLAVE:

- **ALTURA DE ALBÚMINA**
- **GROSOR DE LA CÁSCARA**
- **MASA DE HUEVO**
- **RESISTENCIA DE LA CÁSCARA**
- **UNIDADES HAUGH**

ABSTRACT

The present study was carried out in order to establish the effect of inclusion of different levels of corn protein concentrate (CPM) in the diet, on the productive performance and egg quality in laying hens. A completely randomized design was used, the factors evaluated were six levels of CPM (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5%) with six repetitions. The experiment lasted 10 weeks and 180 chickens of the 64-week-old Lohmann Brown line were used, with an initial weight of 2045 ± 190 g. The experimental unit was a cage, (40.6×45.7 cm) which housed a total of 5 hens. Treatments containing CPM increased the final weight of the birds by 1.5% ($p \leq 0.05$). The birds presented a linear increase in egg weight ($p \leq 0.05$), egg mass ($p \leq 0.05$) and feed conversion ($p \leq 0.05$), as the CPM increased in the diets, while the percentage of production ($p \leq 0.05$), feed intake ($p \leq 0.05$), egg weight ($p \leq 0.05$), egg mass ($p \leq 0.05$) and feed conversion ($p \leq 0.05$), were increasingly squared to a quadratic model. The inclusion of 1.5% of CPM achieved a production of 91.43%, maintained food consumption ($116.79 \text{ g}^{-1}\text{ave}^{-1}\text{dia}$), egg weight (60.94 g) and improved feed conversion (1.92 kg feed / kg egg). The largest yolk coloration according to the DSM fan was with 2.5% CPM. The results of this research suggest that the addition of CPM managed to improve the productive parameters while maintaining egg quality parameters.

KEY WORDS:

- ALBUMEN HEIGHT
- EGG MASS
- HAUGH UNIT
- SHELL THICKNESS
- SHELL BREAKING STRENGTH

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Se estima que la producción de huevos en el Ecuador es de alrededor de 1960 millones de huevos al año; de los cuales el 15,48% proviene de producción en campo y el 84,52% de planteles avícolas. El consumo estimado de huevos por persona al año en el Ecuador es de 140 unidades (El Telégrafo, 2013).

El costo más elevado en la producción de gallinas ponedoras es la alimentación, la cual ocupa las tres cuartas partes del costo total. El 95% del alimento de gallinas ponedoras lo componen fuentes de proteína y energía, el 4% fuentes de minerales y vitaminas, y el 1% son aditivos (FAO, 2013).

El maíz es la principal materia prima utilizada al momento de la elaboración de alimentos balanceados, ya que ocupa entre el 60% y el 75% del total de la ración de las dietas. El maíz otorga a la dieta una fuente de energía, y aporta la tercera parte de la proteína total de la dieta (Chaves, 2009). La gran demanda del maíz en los alimentos balanceados se debe a su alta palatabilidad (FAO, 2013).

1.1 Justificación

Debido al incremento constante de la población mundial, es necesario abastecerla con mayor cantidad de alimento de buena calidad nutritiva, para lograr evitar una crisis alimentaria (Albert, 1991). Un alimento de consumo masivo diario es el huevo de gallina, el cual es muy apreciado por su gran valor nutritivo, bajo costo y gran disponibilidad. Para lograr un aumento tanto en la producción de huevos como en su valor nutricional, se necesita que las gallinas en producción consuman alimentos balanceados que tengan una composición nutritiva equilibrada (Grobas & Mateos, 2014).

El maíz representa el principal insumo para la elaboración de alimentos balanceados a nivel mundial. El Ecuador satisface la demanda interna del maíz gracias a inversiones en tecnología y sus condiciones climáticas (ProEcuador, 2013). El maíz otorga grandes ventajas al momento de su utilización en balanceado para gallinas ponedoras, ya que constituye una fuente amplia de pigmentos naturales, los cuales influyen en el color de la yema de huevo y confiere al balanceado una alta palatabilidad (Cuca, Pino, & Mendoza, 1963).

Estudios preliminares sobre la utilización del maíz como principal fuente de energía en la dieta para gallinas ponedoras, han sido desarrollados anteriormente (Chaves, 2009). Sin embargo no se han realizado estudios donde se utilice el maíz como fuente de proteína. En este estudio se utilizará una fuente comercial de proteína de maíz llamada EMPYREAL 75 conservantes (Cargill Corn Milling incorporated. Gain More with EMPYREAL, 2016), en reemplazo de proteína animal (harina de pescado), para evaluar su efecto sobre los parámetros productivos de gallinas ponedoras.

1.2 Importancia

Los objetivos del sector avícola relacionados con el aumento en la producción de huevos han sido logrados, y ahora se tienen nuevas metas. Dentro de estas metas se encuentra el aumento de la calidad del huevo ya que dicho parámetro ha sido relegado y los huevos carecen de un valor nutritivo óptimo (Grobas & Mateos, 2014). La composición nutricional del huevo depende de varios factores, entre ellos la edad de la gallina, el tipo de manejo y la alimentación, siendo este último factor el más determinante (Grobas & Mateos, 2014).

La proteína de origen vegetal (concentrado de maíz), surge como una alternativa para la formulación de piensos en el Ecuador en reemplazo de la proteína animal, debido a su alta disponibilidad durante todo el año y su bajo costo (ProEcuador, 2013).

En este sentido, disponer de una dieta para la alimentación de aves de postura, cuya fuente principal de proteína sea el maíz, permitirá a los productores elaborar un balanceado de calidad a un bajo costo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

– Determinar el efecto de concentrado de proteína de maíz en la dieta, sobre los parámetros productivos de gallinas ponedoras Lohmann Brown de 64 semanas de edad

1.3.2 Objetivos específicos.

– Medir los parámetros zootécnicos (ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia), en gallinas de postura alimentadas bajo distintos niveles de concentrado de proteína de maíz.

– Determinar la calidad de huevos en gallinas ponedoras, bajo distintos niveles de concentrado de proteína de maíz en la dieta.

– Determinar el tratamiento más económico.

1.4 Hipótesis

H₀: “El aumento de la concentración de proteína de maíz en el alimento balanceado de gallinas ponedoras no incrementa la producción, la calidad del huevo y parámetros zootécnicos en gallinas de postura”

H₁: “El aumento de la concentración de proteína de maíz en el alimento balanceado de gallinas ponedoras incrementa la producción, la calidad del huevo y parámetros zootécnicos en gallinas de postura”

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 La avicultura en el Ecuador

La producción total de aves de corral en el Ecuador es de 79'096.147, de las cuales el 84,40 % son criadas en planteles avícolas y el 15,59 % son criadas en campo. En el Ecuador las gallinas ponedoras de los planteles avícolas suman alrededor de 8'765.912, mientras que las gallinas reproductoras son en total 1'721.092 y en el campo ecuatoriano la población de gallinas y gallos suman 5'742.914. Del total de la producción nacional de gallinas ponedoras, el 90% se encuentra localizado en la región sierra, esto debido a las condiciones climáticas favorables de la zona. La mayoría de aves criadas en campo se destinan al autoconsumo, mientras que el 98,90% de las aves criadas en planteles avícolas tienen como destino las ventas (INEC, 2014).

2.2 Descripción taxonómica

Según Guillen (2015), la gallina domestica (*gallus domesticus*) tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Filo:	Chordata
Clase:	Aves
Orden:	Galliformes
Familia:	Phasianidae
Género:	<i>Gallus</i>
Especie:	<i>G. gallus</i>
Nombre común:	Gallina domestica

2.3 Gallina Lohmann Brown

La principal característica de la Línea Lohmann Brown es que sus huevos llegan a alcanzar 78g 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 (Pronavicola. Com , 2013). Las gallinas de la Línea Lohmann son de alto rendimiento (6 huevos semana⁻¹), 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 kg⁻¹ masa huevo (Pronavicola. Com , 2013).

2.4 Parámetros de calidad de huevo

El huevo está compuesto por una yema central que ocupa el 31% del peso total, el albumen (clara) que representa el 58%, y la cáscara que representa el 11% del total. El huevo de gallina contiene todas las vitaminas con excepción de la vitamina C; además contiene aproximadamente 6g de proteína entre la clara y la yema (Barroeta, 2008).

Las características de calidad de huevo a nivel comercial de manera principal se basan en que tenga una cáscara limpia, suave y brillante, la misma que no debe tener ningún tipo de grietas o un color anormal. La forma de un huevo de alta calidad debe ser elíptica (Hy-Lyne, 2017).

Para determinar la calidad del huevo se pueden emplear dos métodos: el primero es una visualización externa del huevo por medio de un ovoscopio o una lámpara de luz ultravioleta. El segundo consiste en realizar una valoración interna, la cual es más precisa y permite observar la calidad del huevo por medio del análisis de la yema y la clara; además permite evaluar las características organolépticas como el color y olor de la yema. Sin embargo este modo de análisis destruye el huevo y no permite reutilizar el alimento (Periago, 2010).

2.5 Morfología y características organolépticas

Al momento de romper el huevo, la clara debe presentar un color claro y su textura debe ser como la de un gel, por otro lado la yema debe mantener un color entre amarillo y naranja y se debe encontrar en el centro del huevo (Hy-Lyne, 2017).

El olor del huevo debe ser fresco y suave y debe estar libre de olores desagradables o extraños. Para el color de la yema se debe comparar con un patrón denominado el abanico de roche. Las yemas más amarillas indicarán la presencia de Xantófilas, mientras que yemas más pálidas mostrarán la presencia de una mayor cantidad de caroteno y vitamina A (Periago, 2010).

2.6 Unidades Haugh (UH)

Las unidades Haugh son la medida más objetiva y precisa para determinar la calidad al interior del huevo. Esta forma de medida está en función del peso del huevo y la altura de la clara densa (Periago, 2010).

Se pueden hallar las UH mediante la siguiente ecuación: $U.H = 100 * \log(\text{altura del Albumen} - (1,7 * \text{peso del huevo})^{0,37}) + 7,57$ (Juarez-Caratachea, 2010).

Las unidades Haugh tienen como principal objetivo valorar la frescura del huevo, pero muchas veces estos valores se ven alterados por diversas razones, dando como resultado parámetros bajos, aun haciendo la prueba en huevos frescos. Existen diferentes factores que pueden alterar los resultados de Unidades Haugh, como: la temperatura al momento de realizar la prueba (se sugiere que el huevo este entre 7 y 15°C), las temperaturas altas durante un prolongado almacenamiento, la raza y la alimentación o la edad de las gallinas (Periago, 2010) (Tabla 1).

Tabla 1
Clasificación de los huevos según unidades Haugh

UNIDADES HAUGH	DESCRIPCION CUALITATIVA
100-90	Excelente
80	Muy Bueno
70	Aceptable
65	Marginal
60	Resistencia del consumidor
55	Pobre
50	Inaceptable

2.7 Clasificación comercial del huevo

La clasificación comercial del huevo está dividida en 2 variables: el aspecto interno del huevo y el peso. En el Ecuador la clasificación de los huevos según su grado de calidad, se clasifican en grado A y B (INEN, 2011) (Tabla 2).

Tabla 2
Clasificación comercial del huevo de acuerdo a su grado de calidad

	Grado A	Grado B
Cascarón y cutícula	Normal, intacta, limpia (>90%)	Normal e intacta, manchas mínimas no propias del producto
Cámara de aire	su altura no excederá los 9mm, inmóvil	Su altura no excederá los 15 mm, inmóviles
Clara	Transparente, limpia, de consistencia gelatinosa, exenta de cuerpos extraños (<90%)	Transparente, limpia, de consistencia gelatinosa. Se admiten manchas de sangre y/o carne de hasta 3mm
Yema	Visible a trasluz, bajo forma de sombra solamente, sin contorno aparente (>90%)	Visible a trasluz, bajo forma de sombra solamente, pequeña separación en caso de rotación del huevo
Olor y Sabor	Exento de olores y sabores extraños	Exento de olores y sabores extraños

El peso es el segundo parámetro que se considera para la clasificación comercial del huevo. En el Ecuador este parámetro a su vez se divide en 7 categorías: súper gigante (huevos con un peso superior a 76g), gigante (huevos con un peso entre 70 y 75g), extra grande (huevos con un peso entre 64 y 69g), grande (huevos con un peso entre 58 y 63g), mediano (huevos con un peso entre 50 y 57g), pequeño (huevos con un peso entre 46 y 49g) e iniciales que son los huevos con un peso igual o inferior a 46g (INEN, 2011).

2.8 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 CO., Ltd., 2015) (Figura 1)



Figura 1 Probador digital de huevos DET 6000

2.9 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 3). Las necesidades de las gallinas ponedoras dependerán de la raza, la edad 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 (FAO, 2013).

Tabla 3
Recomendación de niveles de nutrientes para ponedoras Lohmann Brown.

NUTRIENTES	UNIDADES	REQUERIDO
EM.AVES	Kcal	2,85
PROTEINA	%	15
LIS.DIG.AVES	%	0,57
MET.DIG.AVES	%	0,3
M+C.DIG.AVES	%	0,55
TREO.DIG.AVES	%	0,5
ARGIN.DIG.AVE	%	0,6
CALCIO	%	3,6
FOSFORO ASIM.	%	0,48
SODIO	%	0,15
AC.LINOLEICO	%	1,33
COLINA	gr/Kg	0,4
CLORUROS	%	0,14
BALANCE ELEC.	Meq	220

Kcal: Kilo calorías; %: porcentaje; Gr/kg: gramos/kilogramo; Meq: Mili equivalentes

2.9.1 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).

2.9.2 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 aminoácido, debido a esta razón estos aminoácidos pueden o no ser considerados en la formulación de los alimentos para aves (FAO, 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 (FAO, 2013).

2.9.3 Grasas

Las grasas se utilizan en las dietas para aves con el fin de conseguir la concentración necesaria de energía, ya 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 (FAO, 2013).

2.9.4 Minerales

Los minerales tienen 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 de energía. 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, fósforo 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 (Salazar, 2011).

2.9.5 Vitaminas

Las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos: liposolubles (vitaminas: A,D,E,K) e hidrosolubles (vitaminas del grupo B y C). Todas estas 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 (FAO, 2013).

2.10 Rutas metabólicas de las proteínas

La degradación de las proteínas en los animales es necesaria, debido a que permiten un rápido cambio de la cantidad de proteína, permiten la degradación de aminoácidos durante periodos de deprivación nutricional, remueven las proteínas dañadas y permite la reestructuración de células y tejidos (Terrán & Espinoza, 2001).

Los animales necesitan los aminoácidos que adquieren de la proteína del alimento para sintetizarlos y formar su propias proteínas. Gran parte de los aminoácidos son ingeridos a través de proteínas para luego incorporarse a las diferentes rutas metabólicas. La digestión y absorción de las proteínas empieza al momento que las proteínas y péptidos ingeridos sufren un proceso de degradación hidrolítica. Este proceso es realizado por enzimas proteolíticas, las mismas que son secretadas por el estómago, páncreas e intestino delgado; todo esto ocurre a nivel del tracto gastrointestinal (Terrán & Espinoza, 2001). Una vez que los aminoácidos han sido degradados, el intestino delgado los absorbe y los pasa directamente al torrente sanguíneo con la finalidad de que se almacenen en el hígado mientras que otros actúen en la formación de anticuerpos (Córdoba, 2011).

Los zimógenos (órgano precursor inactivo), son el refugio de las enzimas que actuarán en la digestión proteica. Estas a su vez se activarán gracias al el ácido clorhídrico estomacal. Dentro de este proceso se encuentra el pepsinógeno, el cual es precursor de la pepsina que es la encargada de liberar a la metionina y leucina. La

enzima aminopéptida encontrada en el intestino tiene influencia sobre los aminos pertenecientes al grupo NH₂ libre. Las enzimas quimitripsina, elastasa y tripsina actúan liberando aminoácidos importantes como la lisina, metionina y aminoácidos alifáticos, respectivamente (Córdoba, 2011).

El recambio proteico o turnover es de vital importancia ya que incrementa la velocidad de regeneración de enzimas, compensa el equilibrio de aminoácidos, compensa déficit energético y permite una síntesis rápida en caso de lesiones (Terrán & Espinoza, 2001).

El recambio proteico consiste en la síntesis y degradación de las proteínas las cuales se transforman en aminoácidos para proteína alimentaria y por medio de la oxidación también se transforman en urea y CO₂ (Terrán & Espinoza, 2001).

2.11 Concentrado de proteína de maíz (CPM)

El concentrado de la proteína de maíz se obtiene mediante el fraccionamiento del mismo por vía húmeda, esto provoca que se separe la parte soluble del almidón y gluten. Después mediante centrifugación se obtiene únicamente gluten, el cual tiene las mayores cantidades de proteína (FEDNA, 2003).

Para el estudio se utilizó una proteína comercial denominada EMPYREAL 75, la cual ofrece bajos niveles de cenizas y magnesio, aporta con nutrientes esenciales y funcionales (metionina, ácido linoleico, ácido glutámico) y no contiene conservantes (Cargill Corn Milling incorporated. Gain More with EMPYREAL, 2016).

2.12 Proteína ideal

El concepto de proteína ideal fue propuesto por Mitchel en 1924 y se refiere básicamente al equilibrio y balance exacto de los aminoácidos, los cuales son capaces de satisfacer todas las necesidades de aminoácidos para el mantenimiento, deposición muscular y producción, sin que haya una deficiencia o exceso de los mismos. El concepto de proteína ideal se refiere a que ningún aminoácido se suministra en exceso en relación a los otros, esto da como resultado una máxima retención de proteína y que la excreción de nitrógeno sea mínima. El objetivo de utilizar los parámetros de proteína ideal es evitar el exceso de proteína bruta y consecuentemente de aminoácidos, así como también evitar una excreción excesiva de nitrógeno y que los aminoácidos se utilicen como fuente de energía. (Freire & Berrones, 2008).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del área de estudio

3.1.1 Ubicación política

El Proyecto de investigación se realizó en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia Sangolqui, sector de San Fernando, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, IASA I, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

3.1.2 Ubicación geográfica

La Carrera de Ingeniería Agropecuaria se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 0°, 23', 20" latitud S, 78°, 24', 44" longitud O y 2748 m de altitud (Figura 2).



Figura 2 Ubicación de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria

3.1.3 Descripción del área de estudio

La Carrera de Ciencias Agropecuarias se encuentra en un piso altitudinal montano bajo, caracterizado por ser templado y poseer una zona de vida de bosque húmedo. La precipitación promedio es de 120 mm mensual, su temperatura media anual es de 16°C con una humedad relativa del 65% y su rango de luminosidad es de 12 horas luz (Arce, 2009).

Las condiciones socioeconómicas de los moradores de la parroquia de Sangolqui dependen del área en donde se encuentren. El 69% de los moradores se encuentran en áreas urbanas poseen mejores condiciones de vida ya que son profesionales de nivel medio o trabajan como empleados públicos. El 31% de los moradores restantes pertenecen al área rural, se dedican a actividades de agrícolas y pecuarias, además muchos de ellos se encuentran en condiciones de pobreza (Ordoñez, 2008).

3.2 Métodos

En el experimento se utilizaron 180 gallinas de la línea Lohmann Brown de 64 semanas de edad, con un peso inicial comprendido entre 1,855 y 2,235 g. La unidad experimental fue una jaula (40.6 × 45.7 cm) la cual albergó un total de 5 gallinas. El factor a evaluar fue el porcentaje del concentrado de proteína de maíz y sus niveles fueron los siguientes: 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5%, dando un total de 6 tratamientos.

El experimento se dispuso bajo un diseño completamente al azar con 6 repeticiones, bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

μ = media poblacional

T_i = efecto del *i*-ésimo porcentaje de proteína de maíz.

e_{ij} = error experimental

El experimento constó de 36 jaulas (Mohammed, 2012), sobre las cuales se ubicarán en forma aleatoria los tratamientos (Figura 3).

T2	T4	T6	T5	T3	T1
T6	T4	T2	T1	T3	T5
T3	T6	T4	T2	T5	T1
T6	T4	T2	T3	T1	T5
T2	T5	T1	T4	T3	T6
T2	T1	T4	T5	T6	T3

Figura 3 Disposición del experimento en campo

Las dietas para cada tratamiento (Tabla 4), fueron elaboradas en la planta de balanceados de la Carrera de Ingeniería Agropecuarias IASA I, en base a las necesidades nutricionales de gallinas Lohmann Brown, según su edad y producción. Para la elaboración de las dietas se usó el programa NUTRION.

Tabla 4
Formulación de las dietas por tratamiento (%), para gallinas ponedoras Lohmann Brown de 64 semanas de edad

	Control	0,5%	1%	1,50%	2,00%	2,50%
Maíz amarillo	54,72	56,55	56,25	55,96	55,66	55,34
Calcio 37%	8,9	8,79	8,81	8,83	8,85	8,88
Soya 46%	17,6	18,3	17,29	16,26	15,24	14,21
Fosfato	0,97	1,22	1,18	1,14	1,10	1,07
Salvado de trigo	12,96	9,83	10,76	11,69	12,62	13,55
Pescado 64%	0,44	0,42	0,31	0,20	0,08	0,00
Osmeq ponedoras	0,51	0,36	0,38	0,40	0,43	0,45
Aceite de palma	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Cloruro de colina	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Metionina	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06
Sal	0,01	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15
Treonina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Pre mezcla vit/min	0,7	0,7	0,70	0,70	0,70	0,70
Atrapante	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Concentrado de maíz	0	0,5	1,00	1,50	2,00	2,50
Total	100	100	100	100	100	100

%%: Porcentaje

Tabla 5
Composición de nutrientes de las dietas por tratamiento, para gallinas ponedoras Lohmann Brownn de 64 semanas de edad.

NUTRIENTES	UNIDADES	T1(0%)	T2(0,5%)	T3(1%)	T4(1,5%)	T5(2%)	T6(2,5%)
EM.AVES	Kcal	2850	2850	2850	2850	2850	2850
PROTEINA	%	15	15	15	15	15	15
LIS.DIG.AVES	%	0,988	0,719	0,651	0,573	0,573	0,573
MET.DIG.AVES	%	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
M+C.DIG.AVES	%	0,52	0,521	0,521	0,524	0,534	0,534
TREO.DIG.AVES	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
ARGIN.DIG.AVE	%	0,878	0,863	0,861	0,854	0,839	0,832
CALCIO	%	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
FOSFORO ASIM.	%	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
SODIO	%	0,15	0,15	0,16	0,17	0,19	0,19
AC.LINOLEICO	%	1,367	1,379	1,473	1,491	1,523	1,523
COLINA	gr/Kg	1,095	1,095	1,095	1,083	1,016	1,015
CLORUROS	%	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
BALANCE ELEC.	Meq	220	220	220	220	220	220
TRIPTOFANO	%	0,163	0,151	0,169	0,17	0,172	0,178

Kcal: Kilo calorías; %: porcentaje; Gr/kg: gramos/kilogramo; Meq: Mili equivalentes

El manejo de las gallinas de postura Lohmann Brownn consistió en el suministro de alimentación diaria (120g^{-1} ave $^1\text{día}$), dotación de agua ad libitum y cuidados sanitarios. Se realizó una limpieza periódica del galpón y se dio mantenimiento a los bebederos.

3.3 Variables analizadas

Se midieron 4 variables productivas (porcentaje de producción del huevo diario, consumo de alimento diario, conversión alimenticia y ganancia de peso) y 7 variables de calidad de huevo (peso, masa de los huevos, pigmentación de la yema, resistencia y grosor de la cascara del huevo, unidades haugh y altura de la albúmina).

Para determinar el porcentaje de producción diaria se registraron diariamente la cantidad de huevos producidos en cada unidad experimental, posteriormente se obtuvo el porcentaje de producción mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Producción diaria: } \frac{\textit{Total de huevos producidos jaula}}{\textit{\# Aves en la jaula}} \times 100$$

Para determinar la ganancia de peso diaria, cada una de las 5 aves de la unidad experimental fueron pesadas al inicio (día 0) y al final del experimento (día 70). Las gallinas fueron pesadas antes de la suministración de alimento a las 6:00 am. El peso se lo realizó con una balanza electrónica (Metter Toledo Tiger; precisión= 5g). Posteriormente se obtuvo la ganancia de peso diaria utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ganancia de peso diario} = \frac{\text{peso promedio final} - \text{peso promedio inicial}}{70 \text{ días}}$$

El consumo de alimento diario se obtuvo restando el peso del alimento suministrado al inicio del día (7:00) y el peso del alimento sobrante del día siguiente (7:00). Para ello se usó una balanza electrónica (Ohaus; precisión=0,01gramos)

La conversión alimenticia jaula fue medida diariamente, esta indica la cantidad de alimento que se necesita para producir un número específico de huevos. Se la obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{peso total de alimento consumido (g)}}{\text{peso total de huevos producidos}}$$

Finalmente para determinar las variables de calidad de huevo se recolectaron todos los huevos en los días 14, 28, 42, 56 y 70 por cada tratamiento. Después fueron analizados en el DET6000 (Digital Egg Tester).

3.4 Análisis de la información

Las variables fueron analizadas mediante análisis de varianza (Tabla 6). Los datos paramétricos fueron analizados mediante un sistema lineal (GLM) y los datos no paramétricos mediante el procedimiento glimmix. Se realizaron pruebas de

contrastes ortogonales y prueba de comparación de medias a un nivel de significancia del 5%. Además se realizaron análisis de correlación de Pearson entre todas las variables evaluadas. Finalmente se probaron modelos de regresión lineal entre las variables dependientes y la variable independiente (dosis de proteína de maíz).

Tabla 6
Esquema del análisis de varianza con fuentes de variación y grados de libertad

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	35
Tratamientos	(5)
Lineal	1
Cuadrático	1
Cubico	1
Cuarto orden	1
Quinto orden	1
Error experimental	30

3.5 Análisis económico

Se realizó el análisis de presupuesto parcial de Perrin et. al., (1976) para la valoración del análisis económico. Para esto se determinaron los costos variables por tratamiento que corresponden al costo de concentrado de maíz. Luego se determinaron los beneficios brutos por tratamiento multiplicando el costo de un huevo por la producción total de huevos. Posteriormente se determinaron los tratamientos no dominados y se realizó el análisis de dominancia para la estimación de la tasa de retorno marginal (TRM). Se obtuvo la mejor alternativa económica en base a la TRM

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Ganancia de peso

Del análisis de varianza para determinar si existen diferencias en el peso inicial y final de las gallinas Lohmann Brown evaluadas, se estableció que el peso inicial de las aves no presentan diferencias estadísticas significativas ($p=0,3105$), no así el peso final de las aves que si presentan diferencias significativas ($p=0,0027$) entre tratamientos (Tabla 7). Los niveles de concentrado de proteína de maíz y el peso final de las aves se ajustaron a los modelos lineal ($p=0,0063$) y cubico ($p=0,0166$) (Tabla 7). El cambio de peso entre los diferentes tratamientos presentan diferencias significativas ($p<0,0001$), siendo las gallinas alimentadas con el 0% de concentrado de proteína de maíz, las únicas que presenta una pérdida de peso de 115g, mientras que las aves alimentadas con el 0,5% de concentrado de proteína de maíz presentan la mayor ganancia de peso de 83,3 g (Tabla 7). El peso promedio que deben presentar las gallinas Lohmann Brown de 64 semanas de edad criadas en condiciones óptimas se encuentra en el rango de 1905- 2105 (Lohmann, 2007), por lo tanto todos los tratamientos se encuentran dentro de este rango.

Tabla 7
Peso corporal de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{X} PESO INICIAL(g)	\bar{X} PESO FINAL (g)	DIFERENCIA DE PESO (g)	DIFERENCIA DE PESO %
0%	2063	1948 ^b	-115	5,57
0,5%	2011	2095 ^a	83,3	4,14
1%	2052	2055 ^a	3,3	0,16
1,5%	2027	2042 ^a	15	0,74
2%	2052	2078 ^a	27	1,31
2,5%	2055	2082 ^a	27	1,31
ERROR E. (g)	17,680	24,566	22,734	
p-valor	0,3105	0,0027	<0,0001	
p-valor lineal	0,721	0,0063	0,0071	
p-valor cuadrático	0,1946	0,0786	0,0054	
p-valor cubico	0,3575	0,0166	0,0016	

\bar{X} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g:gramos; ^{a-c} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en $P < 0,05$

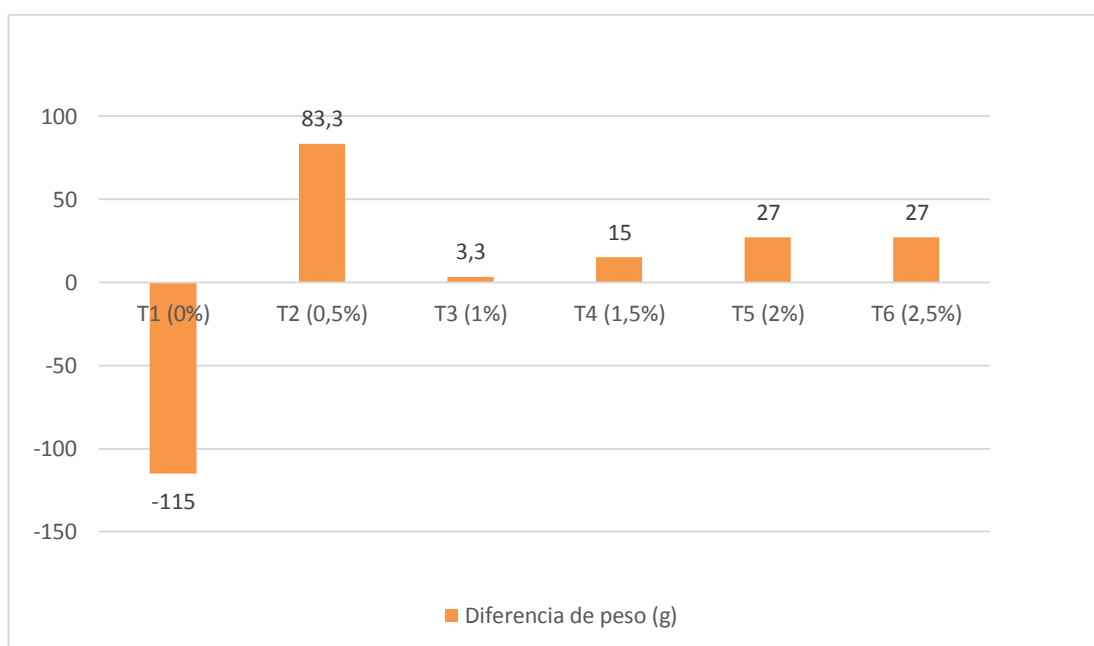


Figura 4 Promedio de cambio de peso de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

4.1.2 Resultados variables productivas primer periodo

Los datos obtenidos durante el primer periodo de 0-14 días (semanas 64–65 de edad) fueron sometidos a un análisis de varianza, mismo que no presenta diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo a las variables de producción de huevos ($p=0,535$), consumo de alimento ($p=0,3691$), peso huevo ($p=0,5579$), masa huevo ($p=0,5552$) y conversión alimenticia ($p=0,7085$; Tabla 8).

Tabla 8
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el primer periodo (64-65 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} Masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	82,38	113,6	57,01	47	1,99
0,5%	85	114,32	60,44	51,45	1,9
1%	84,52	116,07	59,53	50,33	1,95
1,5%	84,52	116,65	59,58	50,57	1,97
2%	86,19	115,42	59,65	51,49	1,94
2,5%	82,38	113,54	57,96	47,96	1,96
ERROR	1,653	1,235	1,425	2,093	0,043
E.					
p-valor	0,535	0,3691	0,5579	0,5552	0,7085
p-valor	0,7981	0,733	0,8389	0,7739	0,9852
lineal					
p-valor	0,1304	0,0354	0,1076	0,1086	0,4868
cuadrático					
o					
p-valor	0,7089	0,5397	0,6041	0,8997	0,3914
cubico					

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos

4.1.3 Resultados variables productivas segundo periodo

Los datos correspondientes al segundo periodo de 15-28 días (66–67 semanas de edad) posterior al análisis de varianza, no mostraron diferencias significativas en cuanto se refiere al consumo de alimento ($p=0,1405$). La producción de huevos presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0134$), al igual que los niveles de inclusión de concentrado de proteína de maíz y la producción de huevos se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0183$) y cuadrático ($p=0,0041$; Tabla 9).

La variable peso de huevo presentó diferencias significativas ($p=0,0008$) en el segundo periodo (15-28 días), además el peso de huevo y los niveles de proteína de maíz se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0012$) y cuadrático ($p=0,0016$). Respecto a la masa de huevo, ésta presentó diferencias significativas entre tratamiento ($p=0,002$), por consiguiente la inclusión de proteína de maíz y la masa de huevo se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0034$) y cuadrático ($p=0,0017$; tabla 9). Por último

el análisis de varianza de la conversión alimenticia para el segundo periodo de 18 a 28 días (66-67semanas de edad), mostró diferencias significativas ($p=0,0005$). La variable de conversión alimenticia y el concentrado de proteína de maíz se ajustaron a los modelos lineal ($p=0,0004$) y cuadrático ($p=0,0065$; Tabla 9).

Tabla 9
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el segundo periodo (66-67 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/ día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	85,71	113,33	53,49	46,1	2,13
0,5%	91,13	115,19	60,16	54,95	1,92
1%	91,43	116,96	59,53	54,45	1,97
1,5%	94,76	116,79	62,43	59,21	1,87
2%	94,05	116,32	61,03	57,45	1,91
2,5%	90,48	114,54	60,12	54,46	1,91
ERROR	1,721	1,060	1,289	2,028	0,037
E.					
p-valor	0,0134	0,1405	0,0008	0,002	0,0005
p-valor	0,0183	0,3034	0,0012	0,0034	0,0004
lineal					
p-valor	0,0041	0,009	0,0016	0,0017	0,0065
cuadrático					
o					
p-valor	0,6711	0,9363	0,3766	0,8475	0,204
cubico					

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos

4.1.4 Resultados variables productivas tercer periodo

El Tabla 10 presenta el rendimiento productivo entre las semanas 68 y 69 de edad de las gallinas evaluadas. El peso del huevo presenta diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0209$). Las aves alimentadas con 1,5% concentrado de proteína de maíz presentaron el mayor peso del huevo con una media de 62g.

Tabla 10
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el tercer periodo (68-69 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} Masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	87,86	114,5	54,72	48,16	2,1
0,5%	91,55	116	60,08	55,19	1,94
1%	87,14	117,17	56,26	49,19	2,09
1,5%	94,05	117,18	62	58,37	1,89
2%	90	116,58	58,29	52,47	2
2,5%	89,71	114,18	59,58	53,71	1,92
ERROR E.	1,948	0,885	1,495	2,398	0,049
p-valor	0,1736	0,0791	0,0209	0,0515	0,0218
p-valor lineal	0,4845	0,9892	0,0577	0,1618	0,042
p-valor cuadrático	0,3095	0,0026	0,1567	0,2043	0,6221
p-valor cubico	0,7759	0,6338	0,4923	0,7564	0,4507

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos

4.1.5 Resultados variables productivas cuarto periodo

Los datos obtenidos durante el periodo cuatro correspondiente a las semanas 70 y 71 de edad, determinaron en el análisis de varianza que no existen diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las variables de producción (producción huevos, consumo alimento, peso huevo, masa huevo y conversión alimenticia). El consumo de alimento y los niveles de concentrado de proteína de maíz se ajustaron a un modelo cuadrático ($p=0,0105$; tabla 11).

Tabla 11
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el cuarto periodo (70-71 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} Masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	89,46	115,01	56,09	50,38	2,06
0,5%	90,77	116,02	60,01	54,5	1,93
1%	88,09	117,05	57,82	51,18	2,03
1,5%	90	116,83	59,23	53,4	1,98
2%	91,67	116,49	60,56	55,63	1,93
2,5%	88,57	113,13	59,23	52,74	1,92
ERROR E.	2,355	1,094	1,514	2,664	0,044
p-valor	0,8944	0,1387	0,3535	0,7365	0,1569
p-valor lineal	0,9952	0,3792	0,1484	0,4411	0,0466
p-valor cuadrático	0,8311	0,0105	0,3872	0,6028	0,908
p-valor cubico	0,5661	0,4276	0,7604	0,8893	0,4922

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos

4.1.6 Resultados variables productivas quinto periodo

En el quinto periodo (semanas 72 y 73), se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la producción de huevos ($p=0,0126$). Las gallinas alimentadas con el 0,5% de concentrado de proteína de maíz y el 1,5% de concentrado de proteína de maíz registraron los mayores porcentajes en producción de huevos con el 91,25% y 93,81% respectivamente (Tabla 12).

El peso del huevo fue diferente entre tratamientos en el quinto periodo ($p=0,0069$). Por otra parte los niveles de concentrado de proteína de maíz y el peso del huevo se ajustaron a un modelo cuadrático ($p=0,0307$) y el mayor peso del huevo

se obtuvo con las aves alimentadas con 1,5% concentrado de proteína de maíz con una media de 61,46g (Tabla 12).

La masa del huevo ($p=0,066$) y la conversión alimenticia ($p=0,0028$) presentaron diferencias significativas entre tratamiento (Tabla 12). La masa del huevo y el concentrado de proteína de maíz se ajustaron a un modelo cuadrático ($p=0,0385$) mientras que la conversión alimenticia y el porcentaje de concentrado de proteína de maíz se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0278$). Gallinas pertenecientes a la alimentación con 1,5% de CPM presentaron el promedio más alto en cuanto a masa de huevo (57,69g) y la conversión alimenticia más baja 1,9 (Tabla 12).

Tabla 12
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown en el quinto periodo (72-73 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} Masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	83,75	114,42	53,04	44,57	2,16
0,5%	91,25	114,16	60,16	54,93	1,9
1%	82,86	116,1	54,92	45,72	2,12
1,5%	93,81	116,51	61,46	57,69	1,9
2%	90,71	115,47	59,44	54,12	1,95
2,5%	85,71	111,91	57,21	49,44	1,97
ERROR E.	2,398	1,236	1,629	2,655	0,0526
p-valor	0,0126	0,1379	0,0069	0,0066	0,0028
p-valor lineal	0,3472	0,4349	0,0748	0,1372	0,0278
p-valor cuadrático	0,07	0,0178	0,0307	0,0385	0,1522
p-valor cubico	0,3549	0,1694	0,9917	0,6191	0,5459

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos

4.1.7 Resultados variables productivas 70 días

Los datos recogidos durante los 70 días de muestreo, determinaron mediante un análisis de varianza que existen diferencias significativas entre tratamientos en las variables de: producción de huevos ($p=<0,0001$), consumo de alimento ($p=<0,0001$), peso del huevo ($p=<0,0001$), masa del huevo ($p=<0,0001$), y conversión alimenticia

($p < 0,0001$; Tabla 13). La alimentación con el 1,5% de concentrado de proteína de maíz presentó los mayores promedios de rendimientos productivos con una producción de huevos del 91,43%, consumo de alimento 116,79 g/ave/día, un peso de huevo de 60,94g, una masa de huevo de 55,85g y la conversión alimenticia más baja de 1,92. De manera opuesta las gallinas alimentadas con el 0% de concentrado de proteína de maíz presentaron los porcentajes productivos más bajos con una producción de huevos del 85,83%, 114,17 g/ave/día de consumo de alimento, peso del huevo 54,87g, masa del huevo 47,24g y la conversión alimenticia más elevada 2,09 (Tabla 13).

Durante las 10 semanas de investigación, los niveles de concentrado de proteína de maíz y la producción de huevos se ajustaron a un modelo cuadrático ($p = 0,0013$), de igual manera sucedió con los niveles de proteína y el consumo de alimento que se ajustaron al modelo cuadrático ($p < 0,0001$). Por otra parte la variable de peso de huevo y los niveles de concentrado de proteína de maíz se ajustaron a un modelo lineal ($p = 0,0001$) y cuadrático ($p < 0,0001$), lo mismo sucedió con la masa del huevo y los niveles de proteína de maíz los cuales se ajustaron al modelo lineal ($p = 0,0022$) y cuadrático ($p = 0,0001$). La conversión alimenticia junto a los niveles de concentrado de proteína de maíz se adaptaron a un modelo lineal ($p < 0,0001$) y cuadrático ($p = 0,0227$; Tabla 13).

La producción de huevos en los 70 días evaluados, presentó diferencias significativas entre periodos ($p < 0,0001$), siendo el periodo dos comprendido entre las semanas 66 y 67 de edad, el que produjo la mayor producción de huevos (91,26%), en contraste con el periodo uno (64 a 65 semanas de edad) que presentó la menor producción con el 84,17 % (Tabla 13). La masa del huevo también presentó diferencias significativas entre periodos ($p = 0,0101$), de la misma forma el periodo dos logro la mayor masa de huevo (54,43g) mientras que el periodo uno fue el más bajo alcanzando los 49,8 g de masa de huevo (Tabla 13).

En los 70 días de investigación los datos de las variables de: producción de huevo ($p = 0,5757$), consumo de alimento ($p = 0,9998$), peso de huevo ($p = 0,6726$), masa de huevo ($p = 0,6046$) y conversión alimenticia ($p = 0,3581$) no presentaron una interacción entre tratamientos y periodos (Tabla 13).

Tabla 13
Rendimiento productivo de gallinas Lohmann Brown durante las semanas 64 hasta 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Producción huevos (%)	\bar{x} Consumo alimento/ave/día (g)	\bar{x} Peso huevo (g)	\bar{x} Masa huevo (g)	\bar{x} Conversión alimenticia
0%	85,83 ^c	114,17 ^{cd}	54,87 ^d	47,24 ^d	2,09 ^a
0,5%	89,94 ^{ab}	115,14 ^{bc}	60,17 ^{ab}	54,2 ^{ab}	1,92 ^b
1%	86,81 ^c	116,67 ^a	57,61 ^c	50,17 ^{cd}	2,03 ^a
1,5%	91,43 ^a	116,79 ^a	60,94 ^a	55,85 ^a	1,92 ^b
2%	90,52 ^a	116,06 ^{ab}	59,79 ^{ab}	54,23 ^{ab}	1,95 ^b
2,5%	87,37 ^{bc}	113,46 ^d	58,82 ^{bc}	51,66 ^{bc}	1,94 ^b
Periodo					
1	84,17 ^c	114,93	59,03	49,8 ^b	1,95
2	91,26 ^a	115,52	59,46	54,43 ^a	1,95
3	90,05 ^{ab}	115,93	58,49	52,85 ^{ab}	1,99
4	89,76 ^{ab}	115,76	58,82	52,97 ^{ab}	1,97
5	88,02 ^b	114,76	57,7	51,08 ^b	2
ERROR E.	2,039	1,109	1,475	2,383	0,045
p-valor tratamiento	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
p-valor periodo	<0,0001	0,2788	0,3148	0,0101	0,2186
p-valor interacción	0,5757	0,9998	0,6726	0,6046	0,3581
TvsP					
p-valor lineal tratamiento	0,0673	0,8726	0,0001	0,0022	<0,0001
p-valor cuadrático tratamiento	0,0013	<0,0001	<0,0001	0,0001	0,0227
p-valor cubico tratamiento	0,2264	0,1184	0,3053	0,9555	0,0697

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; g: gramos; ^{a-d} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

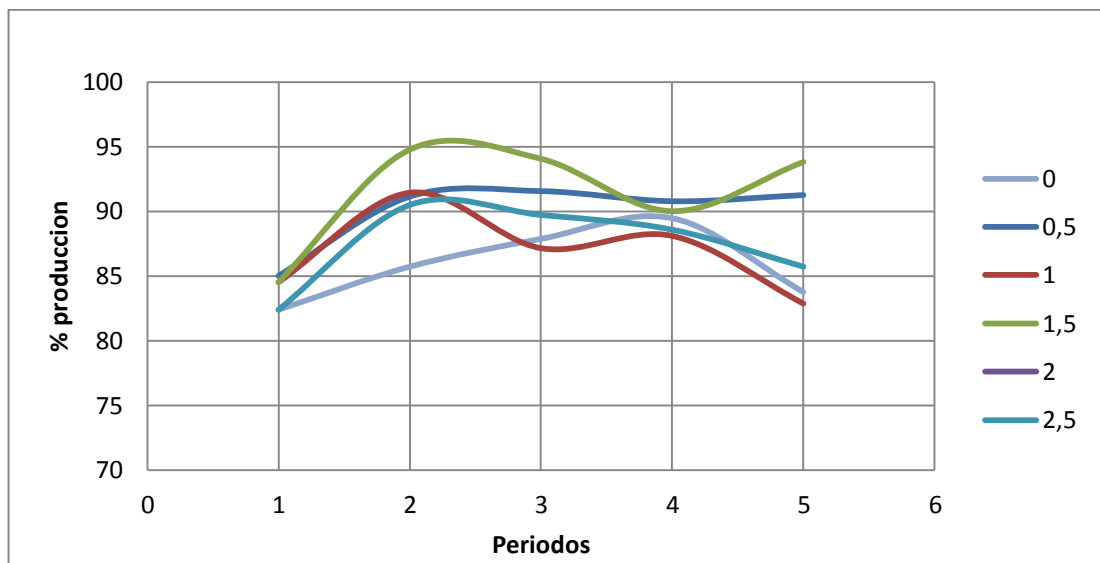


Figura 5 Promedio de producción quincenal de huevos de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

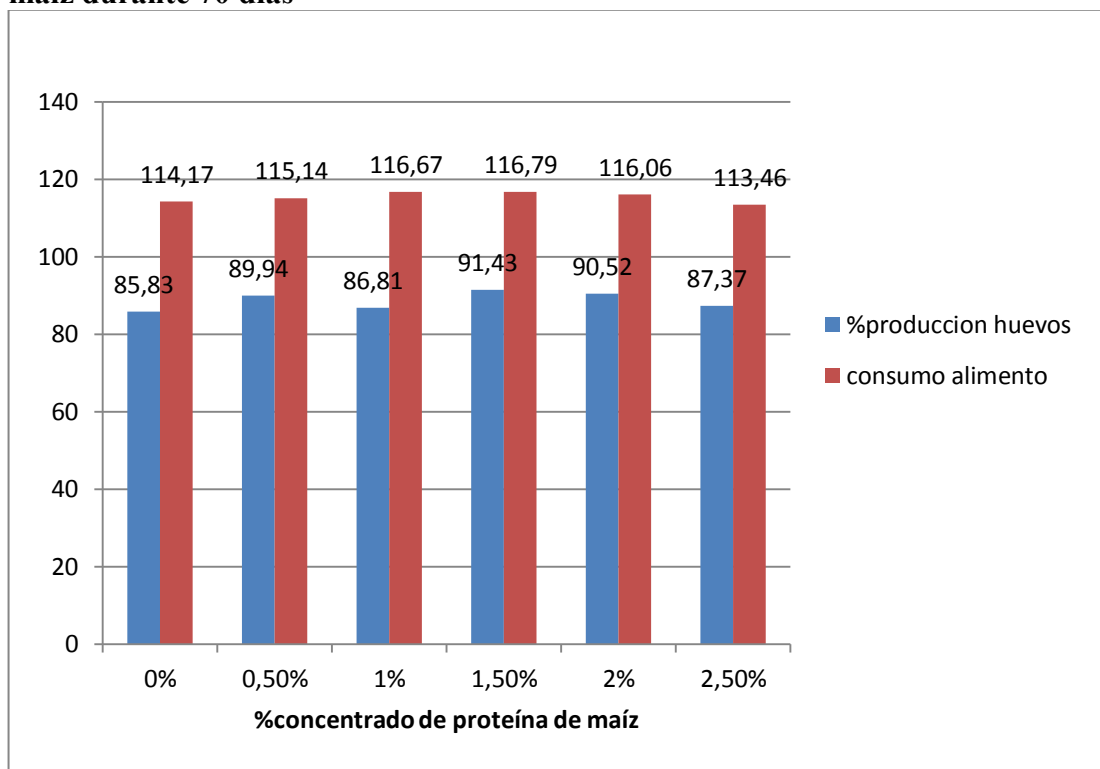


Figura 6 Promedio de producción total y consumo de alimento acumulado en gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

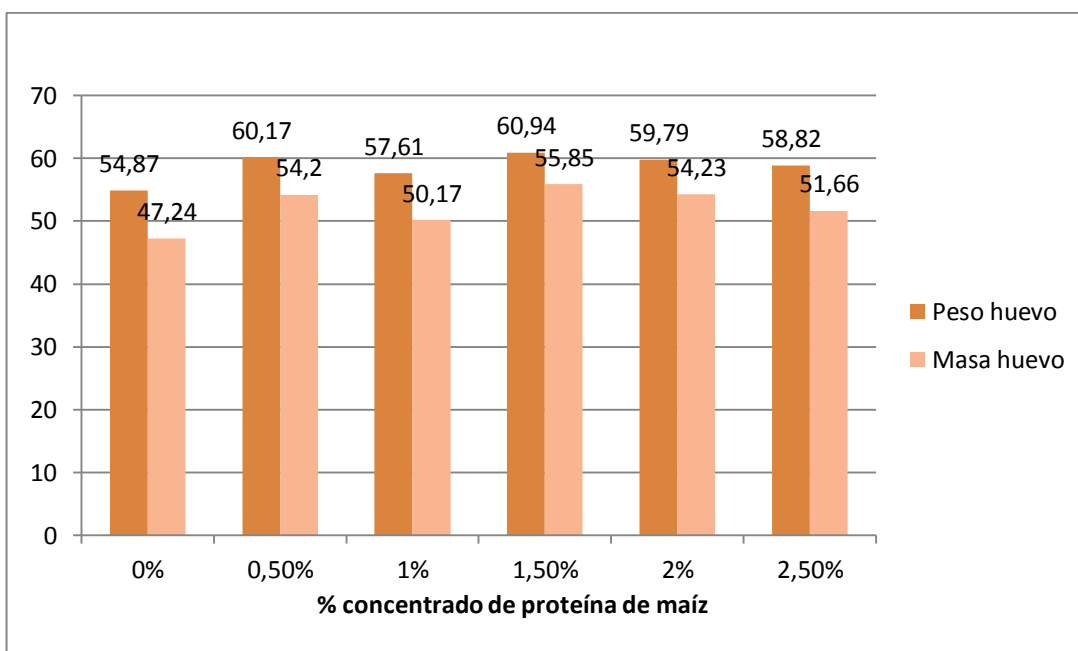


Figura 7 Promedio del peso y masa del huevo de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

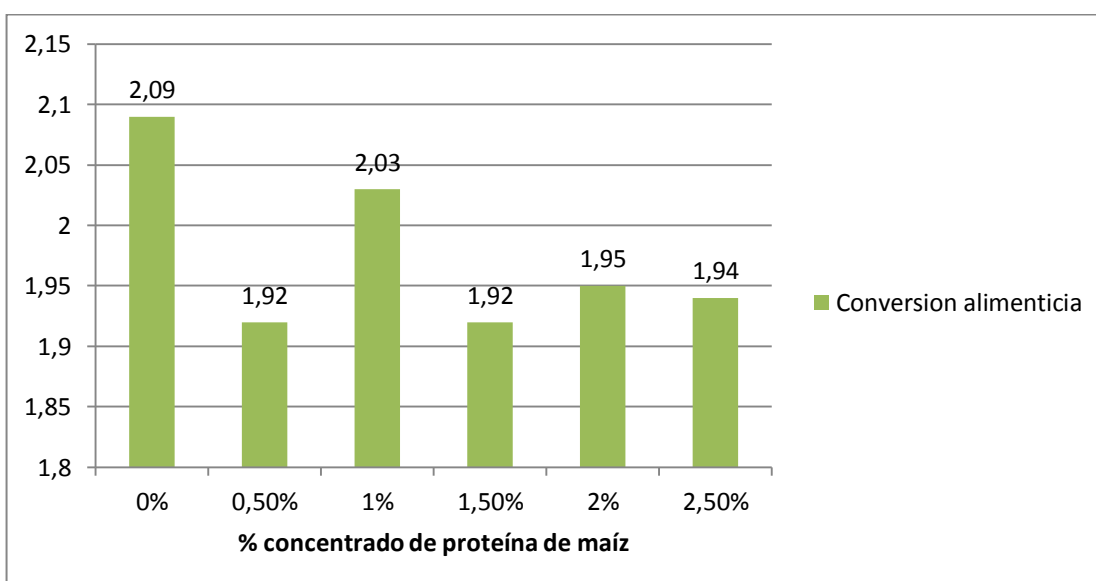


Figura 8 Promedio de la conversión alimenticia de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

4.1.8 Resultados variables calidad de huevo primer periodo

Los datos correspondientes a calidad de huevo del primer periodo (semana 64 y 65 de edad), fueron sometidos a un análisis de varianza el cual determinó que no existen diferencias significativas entre tratamientos en las variables de altura de albúmina ($p=0,343$), resistencia de la cáscara ($p=0,4829$), grosor de la cáscara ($p=0,1031$), unidades Haugh ($p=0,3031$) y coloración de la yema ($p=0,6839$; Tabla 14).

Tabla 14
Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el primer periodo (64-65 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{X} Altura albumina (mm)	\bar{X} Resistencia cascara (kgf)	\bar{X} Grosor cascara (μm)	\bar{X} Unidades Haugh (HU)	\bar{X} Coloración Yema (1-15)
0%	7,31	3,66	382,22	83,16	9,33
0,5%	7,67	3,82	395,25	86,17	9,3
1%	7,28	4	388,58	82,96	9,29
1,5%	7,99	3,96	410	87,58	9,25
2%	7,28	4,24	392,64	83,78	9,17
2,5%	7,77	3,97	390,39	86,6	9,12
ERROR E.	0,281	0,202	6,560	1,756	0,105
p-valor	0,343	0,4829	0,1031	0,3031	0,6839
p-valor lineal	0,4396	0,1106	0,3295	0,3258	0,1016
p-valor cuadrático	0,8051	0,3666	0,0567	0,8357	0,6584
p-valor cubico	0,5698	0,6526	0,765	0,5151	0,9776

\bar{X} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh

4.1.9 Resultados variables calidad de huevo segundo periodo

El periodo dos, comprendido entre las semanas 66 y 67 de edad de las gallinas Lohman Brown, determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos respecto al parámetro de coloración de la yema ($p=0,0063$), de igual manera los niveles de concentrado de proteína de maíz y coloración de la yema se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0006$) y a un modelo cuadrático ($p=0,0253$; Tabla 15). Las aves

alimentadas con el 2,5% de concentrado de proteína de maíz presentaron la mayor coloración de yema 9,13 en la escala DSM, mientras que las aves alimentadas con el 1% de concentrado de proteína de maíz obtuvieron tan solo 8,58 puntos en la escala DSM de la coloración de la yema (Tabla 15).

Tabla 15
Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el segundo periodo (66-67 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Altura albúmina (mm)	\bar{x} Resistencia cáscara (kgf)	\bar{x} Grosor cáscara (μm)	\bar{x} Unidades Haugh (HU)	\bar{x} Coloración Yema (1-15)
0%	7,23	3,62	381	83,01	8,65
0,5%	7,91	4	378,83	85,49	8,62
1%	7,1	3,61	374,25	80,25	8,58
1,5%	7,94	4,2	380,67	85,89	8,7
2%	7,95	3,91	367,86	86,47	8,89
2,5%	7,31	3,91	373,25	82,09	9,13
ERROR E.	0,377	0,204	8,791	2,955	0,104
p-valor	0,3746	0,3197	0,8841	0,6288	0,0063
p-valor lineal	0,6708	0,3224	0,3821	0,8725	0,0006
p-valor cuadrático	0,3474	0,4252	0,952	0,6859	0,0253
p-valor cúbico	0,5218	0,9258	0,9171	0,3973	0,9793

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh

4.1.10 Resultados variables calidad de huevo tercer periodo

Los datos de calidad de huevo correspondiente al periodo tres que comprende las semanas 68 y 69 de edad, concluyeron que existen diferencias significativas únicamente en el parámetro de coloración de yema ($p < 0,0001$), por otra parte los niveles de concentrado de proteína de maíz y la coloración de yema se ajustaron a un modelo lineal ($p < 0,0001$), cuadrático (0,0445) y cúbico (0,0127; Tabla 16).

Tabla 16

Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el tercer periodo (68-69 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Altura albúmina (mm)	\bar{x} Resistencia cáscara (kgf)	\bar{x} Grosor cáscara (μm)	\bar{x} Unidades Haugh (HU)	\bar{x} Coloración Yema (1-15)
0%	6,89	3,69	393,64	79,66	8,46
0,5%	8,09	4,23	380,45	86,97	8,24
1%	7,42	3,68	371,61	82,97	8,41
1,5%	6,6	3,83	378,92	74,36	8,57
2%	7,77	4,11	377,22	85,39	9,04
2,5%	6,78	3,86	378,31	77,33	8,97
ERROR E.	0,383	0,232	8,336	3,319	0,104
p-valor	0,058	0,4739	0,5773	0,0875	<0,0001
p-valor lineal	0,4815	0,7493	0,2661	0,3753	<0,0001
p-valor cuadrático	0,3144	0,754	0,2008	0,5855	0,0445
p-valor cubico	0,3426	0,7245	0,4621	0,4544	0,0127

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh

4.1.11 Resultados variables calidad de huevo cuarto periodo

Los datos recolectados en el cuarto periodo que pertenecen a las semanas 70 y 71 de edad de las gallinas evaluadas, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables de altura de albumina ($p=0,6676$), resistencia de la cáscara ($p=0,691$), grosor de la cáscara ($p=0,9194$) y unidades haugh ($p=0,6057$; Tabla 17).

Lo contrario se presentó en la coloración de la yema, con diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0003$), además los niveles de concentrado de proteína de maíz y la coloración de la yema se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,0003$), a un modelo cuadrático ($p=0,0029$; Tabla 17).

Tabla 17
Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el cuarto periodo (70-71 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Altura albúmina (mm)	\bar{x} Resistencia cáscara (kgf)	\bar{x} Grosor cáscara (μm)	\bar{x} Unidades Haugh (HU)	\bar{x} Coloración Yema (1-15)
0%	7,21	3,6	394,97	83,47	8,35
0,5%	7,61	3,85	390,95	84,17	8,15
1%	6,79	3,69	385,7	78,31	8
1,5%	7,11	4,15	392,56	80,69	8,37
2%	7,03	3,98	385,67	78,48	8,62
2,5%	7,49	3,86	382,95	83,05	8,76
ERROR E.	0,375	0,254	8,855	3,016	0,110
p-valor	0,6676	0,691	0,9194	0,6057	0,0003
p-valor lineal	0,9996	0,2848	0,3584	0,5111	0,0003
p-valor cuadrático	0,3513	0,4504	0,9997	0,2288	0,0029
p-valor cubico	0,4084	0,6974	0,6731	0,4904	0,0728

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh

4.1.12 Resultados variables calidad de huevo quinto periodo

Durante el último periodo (semanas 72 y 73 de edad), el parámetro coloración de yema correspondiente a la calidad de huevo presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p=0,0033$), además la coloración de la yema y los niveles de concentrado de proteína de maíz se ajustaron a un modelo lineal ($p=0,001$; Tabla 18).

En el quinto periodo las gallinas alimentadas con el 2% de concentrado de proteína de maíz presentaron 8,51 puntos en la escala DSM de coloración de la yema, siendo este el más alto, mientras que las aves que se alimentaron con el 1% de concentrado de proteína de maíz alcanzaron 7,84 puntos en la escala DSM convirtiéndolo en el tratamiento más bajo.

Tabla 18
Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown en el quinto periodo (72-73 semanas de edad) alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Altura albúmina (mm)	\bar{x} Resistencia cáscara (kgf)	\bar{x} Grosor cáscara (μm)	\bar{x} Unidades Haugh (HU)	\bar{x} Coloración Yema (1-15)
0%	6,88	4,03	365,56	79,88	8,07
0,5%	7,55	4	348,83	83,2	8,08
1%	7,46	3,98	366,44	83,58	7,84
1,5%	7,13	3,95	345,25	80,85	8,29
2%	7,14	3,97	338,44	80,57	8,51
2,5%	6,66	4,21	349,03	76,11	8,45
ERROR E.	0,376	0,223	7,987	3,140	0,119
p-valor	0,5588	0,9688	0,1063	0,602	0,0033
p-valor lineal	0,401	0,6927	0,0524	0,2709	0,001
p-valor cuadrático	0,1334	0,4699	0,5995	0,1595	0,1931
p-valor cúbico	0,5526	0,6865	0,4902	0,8049	0,0804

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh

4.1.13 Resultados variables calidad de huevo 70 días

Los datos de calidad de huevo recogidos durante los 70 días de investigación, determinaron que existieron diferencias significativas entre tratamientos en el parámetro de coloración de yema ($p=0,0001$). Por otra parte los niveles de concentrado de proteína de maíz y coloración de la yema se ajustaron a un modelo lineal ($p<0,0001$), cuadrático ($p=0,0002$) y cúbico ($p=0,0051$; Tabla 19)

El parámetro coloración de yema ubicó a las gallinas alimentadas con 2,5% de concentrado de proteína de maíz como las más altas con 8,88 puntos en la escala DSM para la coloración de la yema, mientras que las aves alimentadas con el 1% concentrado de proteína de maíz obtuvieron el menor puntaje, 8,43 en la escala DSM (Tabla 19).

Los resultados de calidad de huevos durante los 70 días de investigación, concluyeron que existieron diferencias significativas entre periodos en los parámetros de grosor de la cáscara ($p<0,0001$) y coloración de la yema ($p<0,0001$;

Tabla 19). El primer periodo (semanas 64 y 65 de edad) presentó mayor grosor de la cáscara con un promedio de 393,18 μm ; de manera contraria el quinto periodo alcanzó el menor promedio de grosor de cáscara con 352,26 μm . El parámetro de coloración de la yema concluyó que el primer periodo (semanas 64 y 65 de edad) logró el mayor puntaje en la escala DSM con 9,24 puntos, mientras que el quinto periodo (semanas 72 y 73 de edad) obtuvo un promedio de 8,21 puntos en la escala DSM convirtiéndose en el más bajo (Tabla 19).

Los datos recopilados en las 10 semanas de investigación en cuanto a parámetros de calidad de huevo, determinaron que existió una interacción entre tratamientos y periodos para la variable coloración de la yema ($p < 0,0001$).

Tabla 19
Parámetros de calidad de huevo en gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\bar{x} Altura albúmina (mm)	\bar{x} Resistencia cáscara (kgf)	\bar{x} Grosor cáscara (μm)	\bar{x} Unidades Haugh (HU)	\bar{x} Coloración Yema (1-15)
0%	7,1	3,72	383,48	81,83	8,57 ^c
0,5%	7,76	3,98	378,86	85,2	8,48 ^c
1%	7,21	3,79	377,32	81,62	8,43 ^c
1,5%	7,35	4,02	381,48	81,87	8,64 ^{bc}
2%	7,44	4,04	372,37	82,94	8,85 ^{ab}
2,5%	7,2	3,97	374,78	81,04	8,88 ^a
Periodo					
1	7,55	3,94	393,18 ^a	85,04	9,24 ^a
2	7,57	3,88	375,98 ^c	83,87	8,76 [□]
3	7,26	3,9	380,02 ^{bc}	81,11	8,61 [□]
4	7,21	3,86	388,8 ^{ab}	81,36	8,38 ^c
5	7,14	4,02	352,26 ^d	80,7	8,21 ^d
ERROR E.	0,360	0,224	8,149	2,891	0,108
p-valor tratamiento	0,062	0,1338	0,2731	0,251	<0,0001
p-valor periodo	0,1121	0,7257	<0,0001	0,0356	<0,0001
p-valor interacción	0,4417	0,961	0,6204	0,3689	0,0008
TvsP					
p-valor lineal tratamiento	0,794	0,0525	0,0557	0,3326	<0,0001
p-valor cuadrático tratamiento	0,1962	0,3645	0,8836	0,5141	0,0002
p-valor cúbico tratamiento	0,307	0,9405	0,7649	0,5346	0,0051

\bar{x} : promedio; CPM: concentrado de proteína de maíz; mm: milímetros; Kgf: Kilogramos fuerza; μm : micrómetros; HU: unidades haugh; ^{a-d} Los valores dentro de las filas con diferentes superíndices difieren en P <0,05

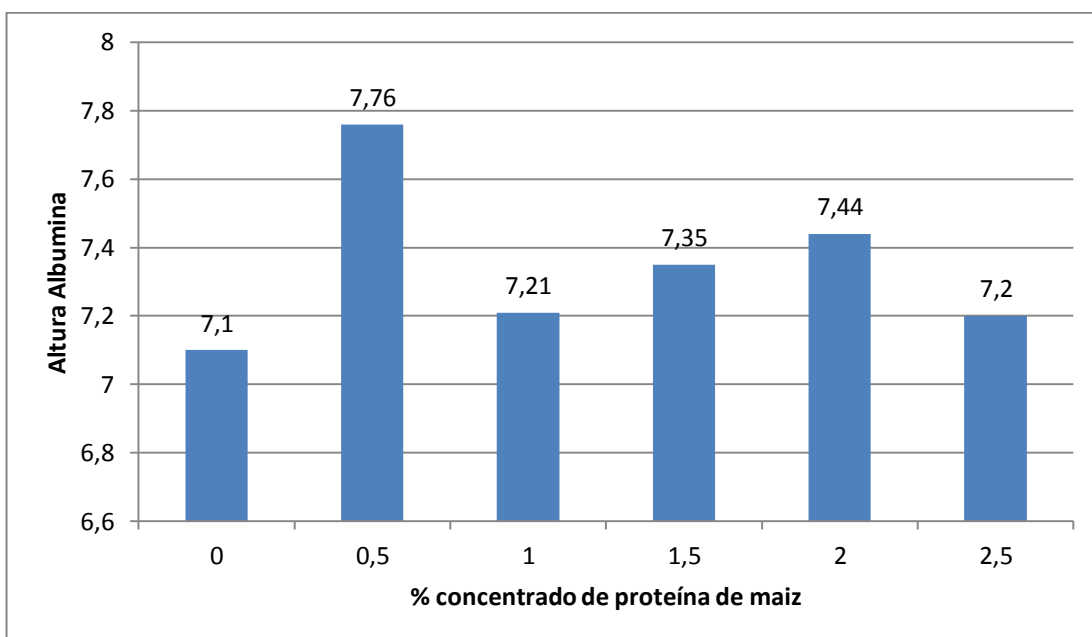


Figura 9 Altura de la albumina en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

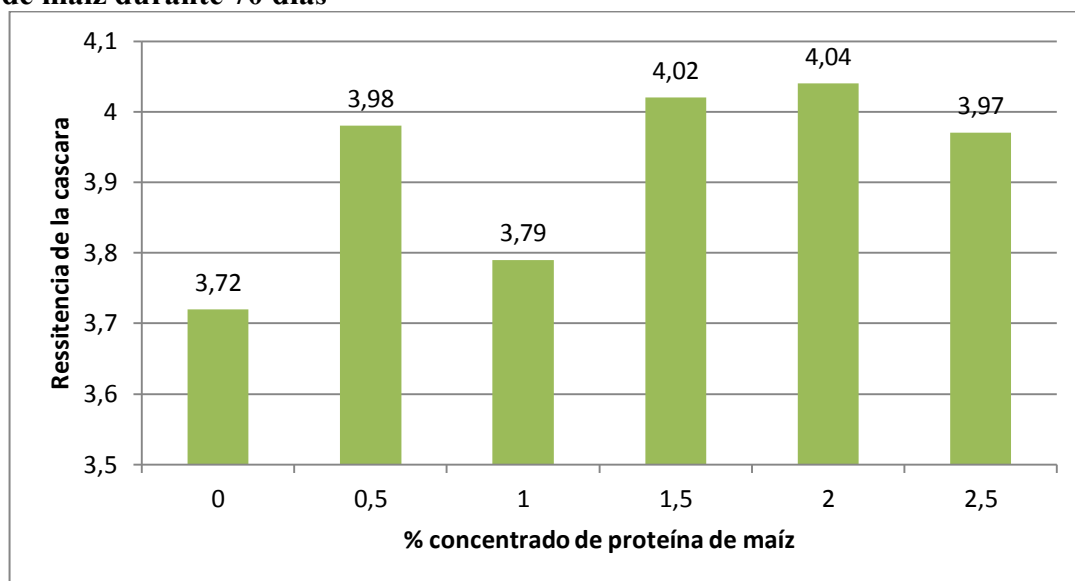


Figura 10 Resistencia de la cascara en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

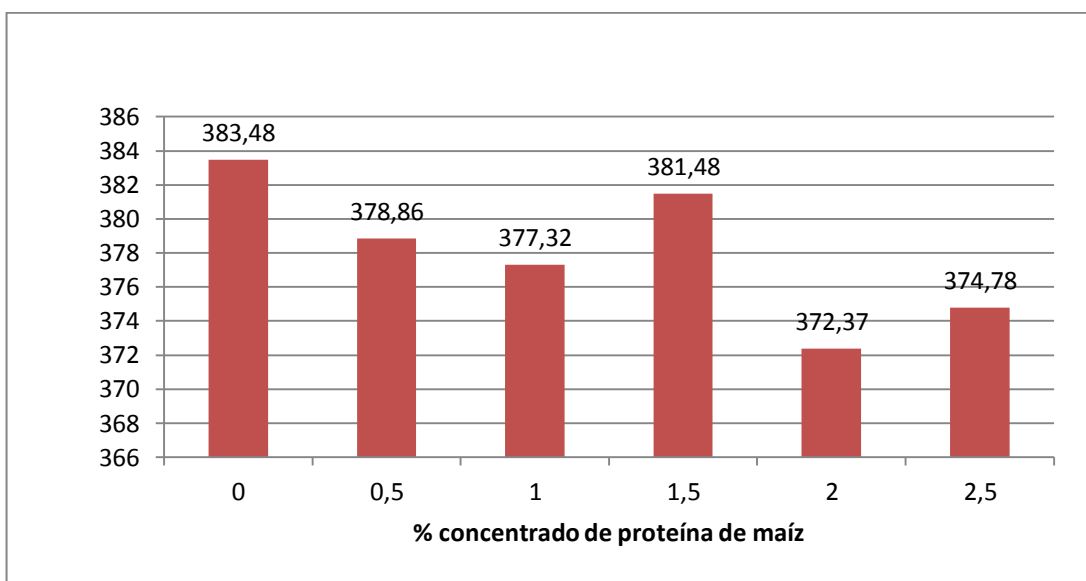


Figura 11 Grosor de la cascara en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

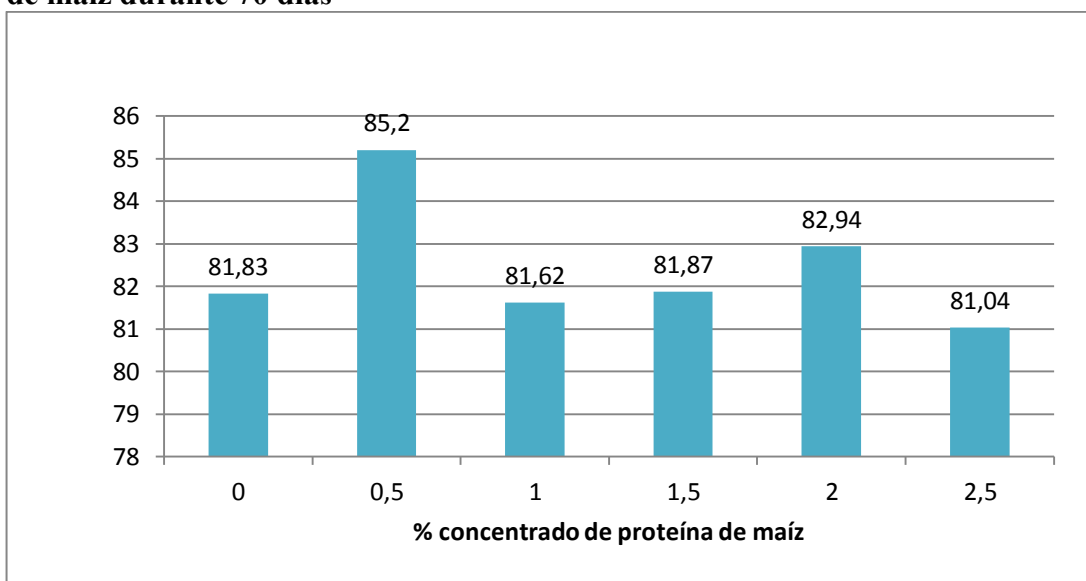


Figura 12 Unidades Haugh en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

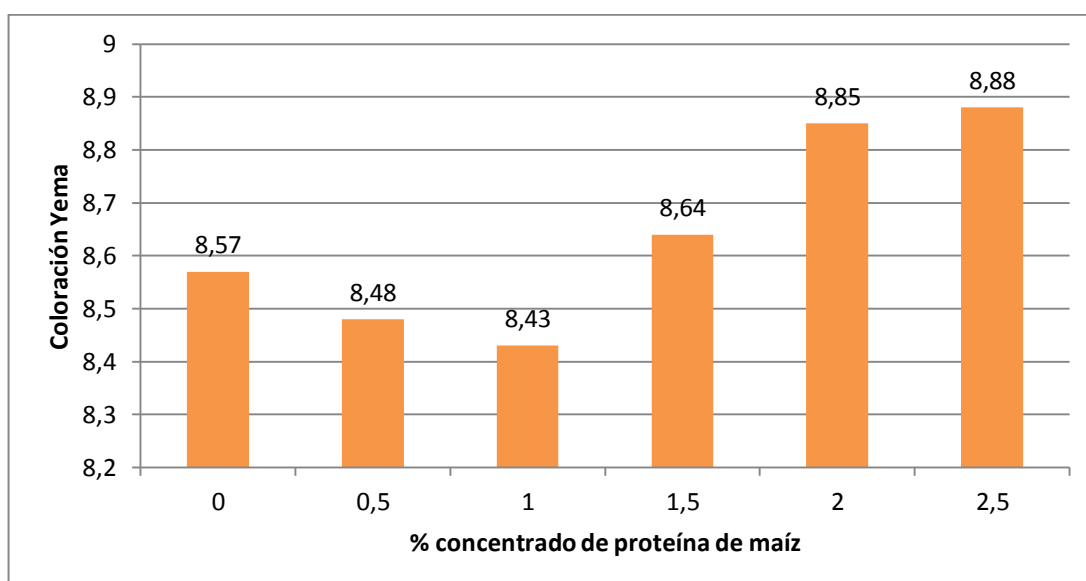


Figura 13 Coloración de la yema en huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

4.1.14 Análisis económico

Tabla 20

Clasificación de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz, según norma técnica ecuatoriana vigente de 1973.

CPM	% mediano	% grande	%extra grande	% gigante	% súper gigante	% total
0%	15,32	41,13	37,90	3,23	2,42	100
0,5%	1,55	34,88	47,29	14,73	1,55	100
1%	10,57	30,08	38,21	18,70	2,44	100
1,5%	4,23	34,51	45,77	14,08	1,41	100
2%	5,15	46,32	38,24	9,56	0,74	100
2,5%	5,00	24,17	37,50	26,67	6,67	100

CPM: concentrado de proteína; %: porcentaje

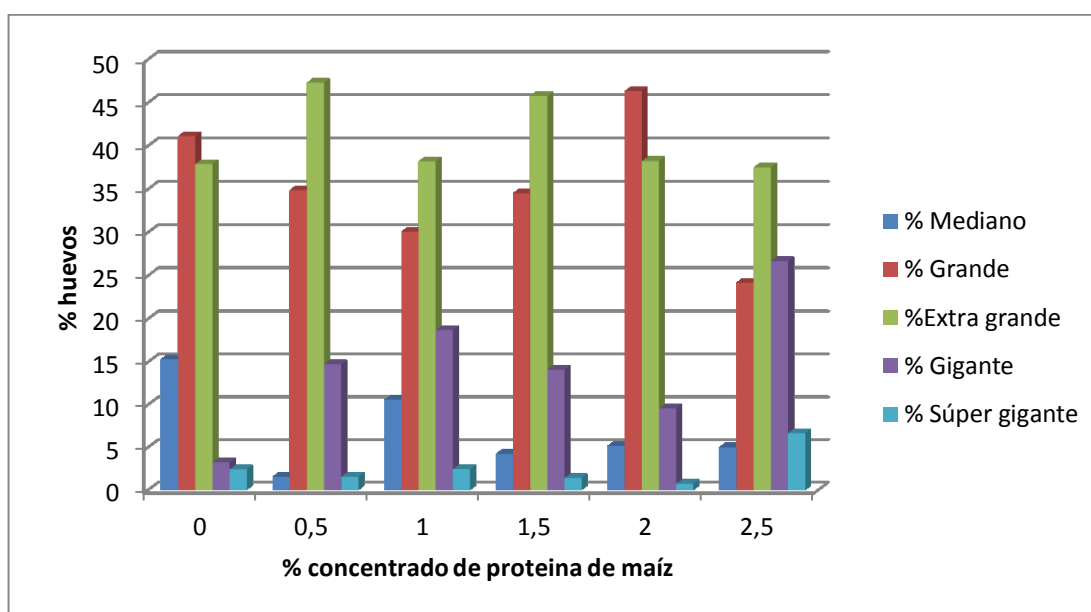


Figura 14 Clasificación de huevos provenientes de gallinas ponedoras Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de concentrado de proteína de maíz durante 70 días

Tabla 21

Cantidad de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	# mediano	# grande	# extra grande	# gigante	# súper gigante	# total
0%	276	741	683	58	44	1802
0,5%	29	659	893	278	29	1889
1%	193	548	697	341	44	1823
1,5%	81	663	879	270	27	1920
2%	98	881	727	182	14	1901
2,5%	92	443	688	489	122	1835

CPM: concentrado de proteína; %: porcentaje; #: número

En el Tabla 21 se presentan los valores de beneficios brutos de los seis tratamientos. La cantidad de huevos obtenidos por tratamiento indicados en el Tabla 20, se multiplicó por: medianos \$0,09; grandes \$0,10; extra grande \$0,11; gigante \$0,11; súper gigante \$0,12.

Tabla 22

Beneficio bruto de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

CPM	\$ mediano	\$ grande	\$ extra grande	\$ gigante	\$ súper gigante	Total
0%	24,86	74,13	75,15	6,40	5,23	185,77
0,5%	2,64	65,89	98,24	30,60	3,51	200,88
1%	17,34	54,84	76,63	37,50	5,34	191,64
1,5%	7,30	66,25	96,68	29,75	3,25	203,23
2%	8,81	88,06	79,95	19,99	1,68	198,48
2,5%	8,26	44,34	75,68	53,82	14,68	196,78

CPM: concentrado de proteína; %: porcentaje; \$: dólares

En el Tabla 22 se muestran los valores de beneficio bruto, beneficio neto, costos variables y diferencia de beneficios netos. El beneficio neto se obtuvo restando los costos variables del beneficio bruto, mientras que las diferencias de beneficio netos se calcularon restando el beneficios neto de cada tratamientos para el beneficio neto del tratamiento T1 (testigo).

Tabla 23

Beneficio bruto, beneficio neto, costos variables y diferencia de beneficio neto de la producción de huevos de gallinas Lohmann Brown durante la semana 64 hasta la semana 73 de edad, alimentadas con dietas a base de concentrado de proteína de maíz.

Tratamientos	Beneficio bruto	Costo variable	Beneficio neto	Diferencia Beneficio neto
0%	185,77	133,32	52,45	0,00
0,5%	200,88	136,33	64,55	12,10
1%	191,64	137,41	54,23	1,78
1,5%	203,23	136,86	66,36	13,91
2%	198,48	135,17	63,30	10,85
2,5%	196,78	131,46	65,32	12,87

Tabla 24

Análisis de dominancia de los tratamientos no dominados para la producción de huevos en gallinas Lohmann Brown.

Tratamientos	Beneficio bruto	Beneficio neto	Costo variable
T6 (2,5%)	196,78	65,32	131,46
T4 (1,5%)	203,23	66,36	136,86

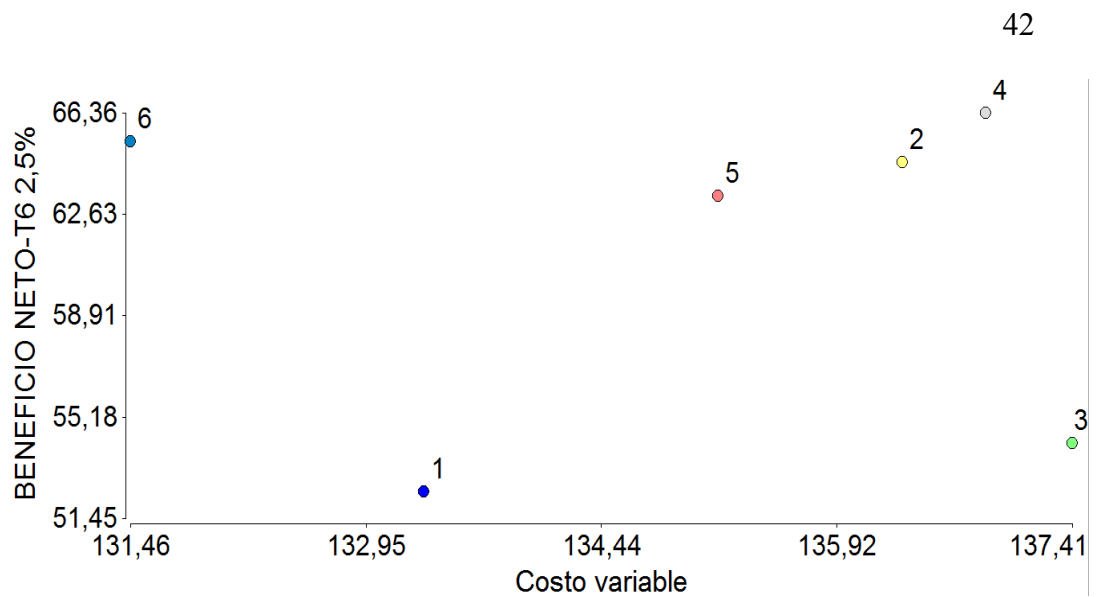


Figura 15 Análisis de dominancia de los tratamientos

Tabla 25

Análisis marginal y tasa de retorno marginal de los tratamientos para la producción de huevos en gallinas Lohmann Brown.

Tratamiento	Beneficio bruto (\$)	Beneficio neto (\$)	Costo variable (\$)	Beneficio neto marginal (\$)	Costo variable marginal (\$)	Tasa de retorno marginal
T6 (2,5%)	196,78	65,32	131,46	1,04	5,40	19,31
T4 (1,5%)	203,23	66,36	136,86			

Si se invierte \$ 136,86 para pasar del tratamiento T6 al tratamiento T4, se obtiene un beneficio neto de \$1,04, lo que equivale a una tasa de retorno marginal de 19,31%; esto significa que por cada dólar invertido se obtiene 19 centavos de ganancia.

4.2. Discusión

4.2.1 Peso Corporal

Las gallinas ponedoras Lohmann Brown manejadas en óptimas condiciones deben presentar un peso promedio en la semana 64 de edad de 2005g., mientras que para la semana de edad 73 su peso promedio deberá alcanzar los 2028g (Lohmann, 2007).

Gallinas alimentadas con el 1% de concentrado de proteína de maíz lograron 62 g más al final del experimento de lo establecido por la línea genética (semana 73 de edad), siendo este tratamiento el de mayor ganancia de peso acumulado. Por otra parte las aves pertenecientes a la alimentación con 0% de concentrado de proteína de maíz alcanzaron un peso promedio en la semana 73 de edad de 1948g, lo cual es 21g más al rango (1927g-2129g) establecido según Guía de gestión para gallinas ponedoras (Lohmann, 2007).

Los resultados del experimento demuestran que todas las gallinas Lohmann Brown alimentadas con concentrado de proteína de maíz en niveles de: 0,5%; 1%;1,5%;2%; 2,5% lograron un aumento del 1.5% en su peso, y sus pesos promedios 2095g; 2055g; 2042g; 2078g; 2082g respectivamente fueron superiores a lo establecido según Guía de gestión para gallinas ponedoras (Lohmann, 2007), esto se debe a los aportes extras de minerales y aminoácidos que contiene el CPM, los mismos que no fueron incluidos al momento de formar las dietas.

4.2.2 Porcentaje de producción.

Lohmann (2007) establece que el porcentaje promedio de producción de las gallinas Lohmann brown desde la semana 64 hasta la semana 73 de edad deberá ser de 81,65%, estos parámetros difieren con los resultados obtenidos en el proyecto ya que aves alimentadas con 0% de concentrado de proteína de maíz obtuvieron un porcentaje promedio de producción del 85,83%, siendo este porcentaje de producción el más bajo del experimento; mientras que el más alto fue para las aves que consumieron 1,5% de concentrado de proteína de maíz las cuales lograron el 91,43% de producción. El porcentaje de producción aumento debido al incremento en el ácido linoleico proveniente de la proteína vegetal Emphyreal 75.

En un estudio realizado por Shin et al., (2011) en el que se utilizan granos secos de destilería de maíz para la formulación de dietas con 14,8% de proteína, se encontró durante el periodo tres (semanas 68 y 69 de edad) un porcentaje de

producción del 88,3%, el cual es inferior a las aves que consumieron 1,5% de concentrado de proteína de maíz en nuestro experimento, las cuales poseen un 94,05% de producción de huevos; mientras que es similar a las aves que consumieron 0%, 1% y 2,5% de concentrado de maíz respectivamente, las cuales lograron una producción del 87,86%, 87,14% y 89,71% respectivamente.

Shim et al., (2013) establecen un 90,81% de producción de huevos entre las semanas 72 y 73 de edad (quinto periodo) en gallinas ponedoras alimentadas con dietas que contienen un 16,05% de proteína, estos datos de producción son similares a los obtenidos en nuestras aves que fueron alimentadas con: 0,5% CPM (91,25%), 1,5% CPM (93,81%) y 2% CPM (90,71%) en dietas a base de concentrado de proteína de maíz, las cuales apenas contienen un 15% de proteína.

Al usar la mayores niveles de proteína vegetal Emphyreal 75 se logró resultados similares a los antes mencionados, debido a que esta proteína proviene de un procesamiento de extrusión lo cual le otorga el beneficio de alta digestibilidad, los cuales se ven reflejados en un aumento de producción (Cargill Corn Milling incorporated. Gain More with EMPYREAL, 2016).

4.2.3 Consumo de alimento

Respecto del análisis del consumo de alimento, el estudio presentó diferencias significativas entre tratamientos. Lohmann (2007), indica que el consumo de alimento para gallinas ponedoras Lohmann Brown en fase de producción es de 110 a 120 g⁻¹ ave ⁻¹día, esta referencia concuerda con el consumo de alimento de todos los tratamientos del proyecto, los cuales se mantuvieron en un rango de 113 a 117 g⁻¹ ave ⁻¹día.

Pavan et al., (2005) establece un consumo de alimento de 116,46 g⁻¹ ave ⁻¹día en gallinas ponedoras entre las semana 52 y 72 de edad, alimentadas con dietas que contienen el 15,5% de proteína, estos datos son similares al consumo de alimento de nuestras gallinas pertenecientes a una alimentación con 1% de CPM (116,67 g⁻¹ ave ⁻¹día), 1,5% CPM (116,79 g⁻¹ ave ⁻¹día) y 2% CPM (116,06 g⁻¹ ave ⁻¹día) de las gallinas Lohmann Brown entre las 64 y 73 semanas de edad, alimentadas con dietas que poseen el 15% de proteína.

Gallinas ponedoras alimentadas con un 16,05% de concentrado de proteína de maíz alcanzaron un consumo de alimento de $100,82 \text{ g}^{-1} \text{ ave}^{-1} \text{ día}$ en las semanas 72 y 73 de edad según Shim et al., (2013), mientras que las gallinas alimentadas con 1,5% de concentrado de proteína de maíz alcanzaron una ingesta superior de $116,51 \text{ g}^{-1} \text{ ave}^{-1} \text{ día}$ en las semanas 72 y 73 de edad; lo cual sugiere que la adición de concentrado de proteína de maíz aumenta la ingesta de alimento.

El consumo de alimento se ve afectado por condiciones climáticas, humedad relativa y temperaturas máximas y mínimas. Un consumo deficiente provoca un pobre porcentaje de producción y tamaños pequeños de huevo (Ortiz Mateo, 2006). Por consiguiente diferentes niveles de proteína bruta, no condicionan una mayor o menor ingesta.

4.2.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia para gallinas Lohmann brown criadas en condiciones óptimas es de 2,0 -2,1 Kg/kg masa de huevo según Guía de gestión para gallinas ponedoras Lohmann (2007). Basándonos en esta apreciación, todos los resultados de conversión alimenticia de los diferentes tratamientos son óptimos, ya que se encuentran por debajo o en la media del rango permitido, los rangos observados están entre 1,92-2,09 kg alimento/kg de huevo.

Yakout (2010), indica que la conversión alimenticia para gallinas alimentadas con dietas que contenían el 15% de proteína fue de 1,86 kg alimento/kg huevos, siendo estos resultados inferiores a la conversión encontrada en aves que consumieron 1,5% de concentrado de proteína de maíz, las cuales obtuvieron 1,92 kg alimento/kg huevos, mientras que aves que no consumieron concentrado de proteína de maíz alcanzaron el 2,09 kg alimento/kg huevos.

Según Shim et al., (2013) las gallinas ponedoras en la semana 73 de edad con dietas que contengan el 16,05% de proteína deberán alcanzar una conversión alimenticia de 1,83kg de alimento/kg de huevo, además determina que mientras menor sea el porcentaje de proteína en la dieta la conversión alimenticia aumentará. Estos supuestos son validados en nuestro proyecto puesto que al tener una dieta con el 15% de proteína cruda, nuestra mejor conversión alimenticia en la semana 73 de edad es de 1,90Kg de alimento/kg huevos (1,5% concentrado de proteína de maíz).

4.2.5 Peso y masa del huevo

El peso y masa del huevo son dos de las principales características que se deben considerar en la producción al final de la semana 73 de edad de las gallinas ponedoras Lohmann Brown, la guía determina que se deberá tener un peso de 63,9g y una masa de 54,1g (Lohmann, 2007)

(Świąthiewicz S. & Koreleski, J., 2006), en un estudio de inclusión de granos secos de destilería del maíz en la dieta para ponedoras, indica que al final de la semana 68 de edad las gallinas ponedoras Lohmann Brown que consuman dietas con 17% de proteína cruda deberán tener una masa de huevo de 54,2 g aproximadamente.

De igual manera, gallinas alimentadas con 1,5% de concentrado de proteína de maíz y un 15% de proteína cruda, de 68 semanas de edad presentaron 62g de peso y 58,37g de masa de huevo, lo que es 4,17g más en masa de huevo que lo citado en el estudio de (Świąthiewicz S. & Koreleski, J., 2006).

Al final de la semana 73 de edad, las gallinas Lohmann Brown evaluadas que obtuvieron los mejores rendimiento fueron las que consumieron 1,5% de concentrado de proteína de maíz las cuales presentaron un peso de huevo de 60,94g y una masa de huevo de 55,85 g, si bien el peso del huevo fue menor al que proponen los autores antes mencionados, la producción de huevo aumento y esto provocó un aumento en la masa del huevo.

El peso y la masa de huevo tienen una correlación positiva con la cantidad de proteína bruta que posee el alimento, además aumentan según el nivel de aminoácidos azufrados, de forma especial con los niveles de metionina (Flores, 1994).

4.2.6 Unidades Haugh (HU)

No existieron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a las unidades Haugh durante todo el ensayo, las HU al final de la semana 74 de edad de las gallinas ponedoras se encontraron en un rango de 81,04-85,2 HU. Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN de 1973, el rango de unidades haugh permitidas para determinar el grado de frescura del huevo en el Ecuador es de 70 a 110 UH (INEC, 2014)

Según Shim et al., (2013) los huevos provenientes de las gallinas ponedoras de 73 semanas de edad, que fueron alimentadas con dietas de 16,05% de proteína cruda obtuvieron un promedio de 93,10 UH. En nuestro estudio, los huevos pertenecientes

a gallinas alimentadas con 1,5% de concentrado de proteína de maíz, y con 15% de proteína cruda, alcanzo el mayor grado de frescura el cual fue de 85,2 UH.

Pavan et al., (2005) indica que gallinas ponedoras de 72 semanas de edad alimentadas con dietas del 15,5% de proteína cruda alcanzaron promedios de 82,57 HU, lo que corrobora con la media de los resultados obtenidos en todos los tratamientos que utilizaron concentrado de proteína de maíz, con un 15% de proteína cruda, que lograron un grado de frescura de 82,53 HU.

Los resultados obtenidos son similares a los propuestos por los autores antes citados, debido a que las unidades Haugh son un indicador del grado de frescura del huevo, las mismas que se ven influenciadas por la edad de la gallina, el tiempo y la temperatura del almacenamiento (Santos, 2009).

4.2.7 Resistencia de la cáscara

Se considera que las gallinas Lohmann Brown criadas en condiciones óptimas poseen una resistencia de cáscara superior a 4kgf (Lohmann, 2007). No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos para la variable de resistencia de la cáscara, al final de los 70 días de evaluación, los tratamientos que presentaron dietas con concentrado de proteína de maíz lograron un promedio de resistencia de la cáscara de 3,96 kgf, mientras que el tratamiento que no presentó concentrado de proteína de maíz logro 3,72 Kgf en resistencia de la cáscara.

Świąthiewicz S. & Koreleski, J., (2006) indican que gallinas ponedoras Lohmann Brown de 69 semana de edad, que fueron sometidas a dietas del 17% de proteína cruda, alcanzaron 4,19 kgf en resistencia de cáscara de huevo. El-Hack et al., (2015) indica que no existe diferencias en la resistencia de la cáscara de huevos de gallinas, alimentadas con diferentes niveles de proteína bruta, estos resultados concuerdan con los encontrados en los huevos de las gallinas evaluadas.

La resistencia de la cáscara del huevo, se ve influenciada por la edad de las gallinas ponedoras y por el porcentaje de calcio que poseen sus dietas (Hernández Sánchez, 2006). Todas las dietas presentaron 3,6% de calcio, lo que provocó que no existan diferencias entre tratamientos.

4.2.8 Grosor de la cáscara

Los parámetros establecidos como aceptables, para el huevo ecuatoriano, determinan que el grosor de la cáscara deberá tener un mínimo de 280 μm y un máximo de 370 μm , según la norma técnica ecuatoriana vigente de 1973 (INEN, 2011). Los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas en cuanto al grosor de la cáscara, sin embargo el promedio de los tratamientos que utilizaron concentrado de proteína de maíz fue de 376,96 μm con respecto al grosor de la cáscara.

Gallinas ponedoras de 69 semanas de edad alimentadas con dietas que poseen un 14,8% de proteína cruda presentaron un grosor de cáscara de 441 μm (Shim et al., 2013). Huevos pertenecientes a gallinas que no consumieron concentrado de proteína de maíz y que su dieta contenía un 15% de proteína cruda lograron 383,40 μm de grosor de cascara.

Se entiende que los diferentes niveles de proteína cruda en la dieta para gallinas ponedoras, no influyen en el grosor de la cascara del huevo (El-Hack et al., 2015)

4.2.9 Coloración de la yema

En la comercialización de huevos en Ecuador, se considera aceptable como rango de coloración de la yema, entre un mínimo de 7 y un máximo de 12 puntos en la escala DSM (INEN, 2011). Existieron diferencias entre tratamientos en cuanto a la coloración de la yema, huevos de gallinas alimentadas con 2,5% de concentrado de proteína de maíz alcanzaron el mayor puntaje en la escala DSM para la coloración de la yema (8,88), mientras que huevos de gallinas alimentadas con 1% de CPM apenas alcanzaron 8,43 puntos en la escala DSM, convirtiéndose en el más bajo durante las 10 semanas que duró el experimento.

Shin et al., (2011) determina que en la semana 69 de edad de las gallinas ponedoras alimentadas con dietas que contengan el 14,8% de proteína cruda, alcanzaran una coloración de yema de 9,5 en la escala DSM, esto concuerda con los valores obtenidos para gallinas alimentadas con 2% de concentrado de proteína de maíz y con 15% de proteína cruda, el cual logró 9,04 puntos en la escala DSM.

Mayores niveles de concentrado de proteína de maíz, obtienen un mayor puntaje en la escala DSM, esto se debe al contenido de Xantofilas que presenta el

concentrado de proteína de maíz, el cual provoca yemas más amarillas (Grobas S. &, 1996)

4.2.10 Altura de la Albúmina.

Mohammed, (2012) determinó una altura de albumina de 7,8 mm en gallina Lohmann Brown de huevos marrones. Los diferentes tratamientos del experimento no mostraron diferencias significativas, sin embargo todos los tratamientos que utilizaron concentrado de proteína de maíz lograron un promedio de 7,39 mm en la altura de la albúmina, siendo los huevos pertenecientes a gallinas que no consumieron concentrado de proteína de maíz, quienes obtuvieron el promedio más bajo con 7,10mm.

Según Ding et al. (2016), la altura de la albumina en gallinas ponedoras de 44 semanas de edad, alimentadas con dietas que contenían el 15% de proteína cruda es de 5,25 mm, por otra parte gallinas Lohmann Brown alimentadas con el 18,04% de proteína cruda en la dieta, de 34 semanas de edad obtuvieron una altura de albumina de 6,38mm (Hamady, 2013).

La altura de la albumina junto con el peso del huevo determinan el grado de frescura del huevo (Unidades haugh), al aumentar la edad de las gallinas la calidad proteica del huevo disminuye, provocando una disminución en la altura de la clara densa (Estrada, 2010). No existieron diferencias entre tratamientos en nuestro experimento, puesto que todas las gallinas eran de la misma edad.

4.2.11 Clasificación de la producción total de huevos

Según Lohmann (2007), las gallinas Lohmann Brown alimentadas de forma óptima al final de la semana 74 de edad, deberán presentar un 53,6% de los huevos con pesos entre 63 y 73 g, seguido del 35,3% de los huevos cuyo peso deberá estar entre 53 y 63g.

Los huevos de gallinas alimentadas con 1,5% de concentrado de proteína de maíz presentaron un 59,8% de los huevos con pesos entre 63 y 73g, que constituye un 6,2% más que lo establecido y recomendado por la Guía de gestión para gallinas ponedoras Lohmann (2007), convirtiéndose en el tratamiento con mejor producción de huevos.

Por otra parte los huevos de las gallinas que no consumieron concentrado de proteína de maíz apenas lograron alcanzar un 41,13% de los huevos con pesos entre 63 y 73g, lo que implica un 12,47% inferior a los establecido por (Lohmann, 2007).

4.2.12 Análisis económico

Todos los tratamientos presentaron un aumento en el beneficio bruto con relación al tratamiento con 0% de concentrado de proteína de maíz, los huevos producidos por las gallinas alimentadas con 1,5% de concentrado de proteína de maíz lograron durante los 70 días de evaluación un total de \$13,91 más que el beneficio bruto de la producción del tratamiento control.

Por otra parte el beneficio bruto promedio, de todos los huevos pertenecientes a gallinas ponedoras, que consumieron concentrado de proteína de maíz es de \$5,72 dólares más que el beneficio bruto del tratamiento control, debido a que este tratamiento presentó mayor porcentaje de producción y mayor peso de huevo.

Si bien las ganancias son influenciadas por el porcentaje de producción total, también debemos considerar que los huevos producidos por las gallinas que consumieron concentrado de proteína de maíz, lograron uniformidad en la producción lo que les permitió tener su mayor porcentaje de producción entre huevos grandes y extra grandes.

Huevos pertenecientes a gallinas alimentadas con 0,5% y 1,5% de concentrado de proteína de maíz lograron establecer su producción de huevos extra grades por encima del 45%.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La inclusión del concentrado de proteína de maíz en porcentajes variables, permiten la elaboración de alimentos balanceados que cubren satisfactoriamente las necesidades nutricionales de las gallinas Lohmann Brown.

- La mejor producción de huevos y el mejor peso final de las aves en la semana 73 de edad, se presentó con la inclusión del 1,5% de concentrado de proteína de maíz, tratamiento T4 de nuestra investigación.

- La inclusión de concentrado de proteína de maíz en la dieta de las aves mantienen el consumo de alimento, peso del huevo y la conversión alimenticia.

- La inclusión de concentrado de proteína de maíz en la dieta de las aves no presenta diferencias en la altura de la albúmina, resistencia de la cáscara, grosor de la cáscara y unidades Haugh.

- Los niveles más altos de concentrado de proteína de maíz aumentaron el parámetro de coloración de la yema, mismo que determina la calidad nutricional del huevo como alimento.

- El análisis económico determinó que el mejor rendimiento económico se obtuvo con el tratamiento T4 (1,5% de concentrado de proteína de maíz), ya que permite aumentar la producción, cubrir los costos de implementación y otorgar ganancias.

5.2 Recomendaciones

- Emplear 1,5% de concentrado de proteína de maíz en dietas para gallinas ponedoras Lohmann Brown permitirá mejorar parámetros productivos y mantener parámetros de calidad de huevo, como consecuencia otorgará mayores ganancias al productor.

- Para obtener resultados satisfactorios en la producción de huevos con la inclusión de proteína de maíz en el alimento de las gallinas ponedoras, se debe en lo

posible homogenizar la población de gallinas de acuerdo al peso, de manera que en cada jaula estén gallinas que compitan por alimento y agua de manera igualitaria.

- Considerando que las variables de calidad de huevo no mostraron diferencias estadísticas, se recomienda evaluar distintos niveles de concentrado de proteína de maíz en las dietas.

5.3 Bibliografía

- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Farag, M. R., & Dhama, K. (2015). Use of Maize Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS) in laying hen diets: Trends and advances. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(11), 690–707. <https://doi.org/10.3923/ajava.2015.690.707>
- Albert, J. L. (1991). Crecimiento demográfico y crisis alimentaria. *Alimentación, Nutrición Y Agricultura*.
- Barroeta, a . (2008). El huevo y sus componentes como alimento funcional. *Departament de Ciència Animal I Dels Aliments. Universitat Autònoma de Barcelona.*, (tabla 2), 1–11.
- Cuca, M., Pino, J., & Mendoza, C. (1963). El uso de pigmentos en la alimentación de las aves. *Técnica Pecuaria*, 47, 6–7. Retrieved from https://scholar.google.com.ec/scholar?q=El+uso+de+pigmentos+en+la+alimentación+de+las+aves&btnG=&hl=es&as_sdt=0,5
- Ding, Y., Bu, X., Zhang, N., Li, L., & Zou, X. (2016). Effects of metabolizable energy and crude protein levels on laying performance, egg quality and serum biochemical indices of Fengda-1 layers. *Animal Nutrition*, 2(2), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.03.006>
- FAO. (2013). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo Principales ingredientes utilizados en las formulaciones de alimentos para aves de corral. *Revisión Del Desarrollo Avícola*, 3. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-al705s.pdf>
- Freire, M., & Berrones, A. (2008). Efecto de diferentes relaciones Lisina:Energía sobre parámetros zootécnicos de pollos de engorde en altura, 196.
- Guillen Jiménez, J. A. (2015). Ectoparasitosis en gallinas criollas (*Gallus gallus domesticus*) criadas en sistema de traspatio del distrito de Lucre, Aymaraes, Apurímac, 107.
- Hamady, G. A. A. (2013). EFFECTS OF DIFFERENT RATIOS OF DIETARY OMEGA-6 TO OMEGA-3 FATTY ACIDS ON LAYING PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF LOHMANN BROWN HENS ., 5623(33).
- Juarez-Caratachea, A. (2010). Calidad Del Huevo De Gallinas Criollas Criadas En Traspatio En Michoacan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*,

- 12(1), 109–115. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/939/93913074011.pdf>
- Mohammed, H. (2012). EVALUATION THE PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN TWO STRAINS OF, (February 2017).
- Pavan, A. C., Móri, C., Garcia, E. A., Scherer, M. R., & Pizzolante, C. C. (2005). Níveis de Proteína Bruta e de Aminoácidos Sulfurados Totais sobre o Desempenho, a Qualidade dos Ovos e a Excreção de Nitrogênio de Poedeiras de Ovos Marrons. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(2), 568–574. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200026>
- Periago, M. J. (2010). Higiene, Inspección Y Control De Huevos De Consumo. *España: Universidad de Murcia*, 13. Retrieved from <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/higiene-inspeccion-y-control-alimentario-1/practicas-1/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf>
- Shim, M. Y., Song, E., Billard, L., Aggrey, S. E., Pesti, G. M., & Sodsee, P. (2013). Effects of balanced dietary protein levels on egg production and egg quality parameters of individual commercial layers. *Poultry Science*, 92(10), 2687–2696. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02569>
- Shin, H. S., Kim, J. W., Kim, J. H., Lee, D. G., Lee, S., & Kil, D. Y. (2011). Effect of feeding duration of diets containing corn distillers dried grains with solubles on productive performance , egg quality , and lutein and zeaxanthin concentrations of egg yolk in laying hens, (January), 2366–2371. <https://doi.org/10.3382/ps/pew127>
- Świąthiewicz S., K. J. (2006). Effect of maize distillers dried grains with solubles and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15(2), 253–260. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33745635777&partnerID=40&md5=1d363bfd73b525841e622236fe728757>
- Telégrafo. (2013). Ecuador produce 200 millones de pollos al año.
- Terrán, M., & Espinoza, S. (2001). Proteínas. *Sitio de Producción Argentino*, 4(2), 65–68.

Yakout, H. M. (2010). EFFECTS OF REDUCING DIETARY CRUDE PROTEIN WITH AMINO ACIDS SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE OF COMMERCIAL WHITE LEGHORN Key Words : Laying hens , crude protein , late production , amino acid diets , break point regression model , performance, (30), 975–988.