



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EFECTO DE *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA  
FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:**

**SILVANA NATALI SAQUINGA PILCO**

Riobamba – Ecuador

2014

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Pablo Rigoberto Andino Nájera.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Paula Alexandra Toalombo Vargas.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Dr. PhD. Nelson Antonio Duchi Duchi.

**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 25 de Noviembre del 2014.

## AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por haberme acompañado pues sé que estuviste conmigo en todo momento de mi vida.

A mis queridos padres por su apoyo, su ejemplo de unión y constante amor hacia mí.

A mi esposo y mi hija, porque con sus palabras de aliento amor y cariño fueron mi inspiración para cumplir este sueño tan anhelado.

A mis apreciados suegros por su apoyo incondicional, presencia, y ejemplo de superación.

A mis estimados profesores que día a día impartieron sus conocimientos en las aulas hasta ver reflejados sus anhelos en nuestro sacrificio.

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a personas muy especiales que siempre han estado a mi lado apoyándome y dando lo mejor de sí para que siga progresando personal y profesionalmente.

A mi querido Padre Celestial porque gracias a su bendición e inmenso amor, me ha concedido la salud y la vida para que día a día pueda superarme y poder concluir una etapa de mi vida.

A mis queridos padres Ángela y Gonzalo, porque me han dado la existencia y en ella la capacidad de superarme y desear lo mejor a cada paso en este difícil camino por que con su presencia y apoyo incondicional han ayudado a construir y forjar la persona que ahora soy.

A mi querido esposo Cristian por estar siempre a mi lado por mostrarme a cada momento su gran amor cariño confianza.

Al amor de mi vida mi hija Kristel quien es la inspiración para superarme y luchar cada día para seguirme superando.

A mis queridas hermanas Hna. Margarita María, e Ivonne quienes han creído en mí dándome ejemplo de superación humildad y sacrificio.

A la memoria de mis abuelitos los cuales se han convertido en un ángel protector que desde el cielo me siguen queriendo.

A mi abuelita que forma una parte importante en mi vida.

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
A. <u>LINAZA</u>	3
1. <u>Generalidades.</u>	3
2. <u>Características de la semilla de linaza</u>	4
3. <u>Composición química de la linaza.</u>	4
a. Proteínas	5
b. Lípido	5
c. Hidratos de Carbono	5
d. Otros compuestos	6
4. <u>Compuestos Antinutricionales.</u>	6
5. <u>Compuestos bio-activos de la linaza y beneficios de consumo.</u>	8
a. <u>Ácido alfa linolénico (ALA)</u>	8
b. <u>Fibra dietética</u>	8
c. <u>Lignanos</u>	9
6. <u>Propiedades tecnológicas.</u>	11
7. <u>Uso de la linaza en la elaboración de productos.</u>	12
8. <u>Linaza en la modificación de ácidos grasos en el huevo</u>	13
9. <u>Composición de la linaza.</u>	13
B. <u>GENERALIDADES DE LAS AVES LOHMANN BROWN.</u>	15
1. <u>Especificaciones de producción.</u>	15
a. <u>Producción de huevos</u>	15
b. <u>Características del huevo</u>	15
c. <u>Consumo de alimento</u>	15
d. <u>Peso corporal</u>	15
e. <u>Viabilidad</u>	16
2. <u>Alimentación de ponedoras</u>	16
3. <u>Nutrición y peso del huevo</u>	17

4.	<u>Periodo de postura.</u>	17
5.	<u>Alimentación y nutrición de las aves de postura.</u>	20
a.	Nutrientes	20
b.	Vitaminas	21
c.	Minerales	21
d.	Proteínas	23
e.	Carbohidratos	24
f.	Grasas	25
g.	Fibra cruda	26
C.	ACIDOS GRASOS	26
1.	<u>Ácidos grasos saturados.</u>	27
2.	<u>Ácidos grasos insaturados.</u>	27
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.	30
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	30
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	30
1.	<u>De Campo</u>	31
2.	<u>Instalaciones</u>	31
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	32
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	32
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	33
1.	<u>Productivos.</u>	33
2.	<u>Organolépticos.</u>	33
3.	<u>Análisis bromatológico de la linaza.</u>	34
4.	<u>Económicos.</u>	34
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	34
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	35
1.	<u>Descripción del experimento.</u>	35
H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	36
1.	<u>Peso inicial y final (g).</u>	36
2.	<u>Ganancia de peso (g)</u>	36
3.	<u>Consumo de alimento.</u>	36
4.	<u>Peso del huevo (g).</u>	36
5.	<u>Mantenimiento pico de postura (Días).</u>	36

6.	<u>Postura (%)</u> .	37
7.	<u>Grosor de la cascara (mm)</u> .	37
8.	<u>Peso de la cascara (g)</u> .	37
9.	<u>Factor de conversión (kg pienso/kg de huevo)</u>	37
10.	<u>Mortalidad</u> .	38
11.	<u>Relación Beneficio / costo</u>	38
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	39
A.	EFFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN	39
1.	<u>Peso inicial (g)</u> .	39
2.	<u>Peso final (gr)</u> .	39
3.	<u>Ganancia de peso (gr)</u> .	41
4.	<u>Consumo de alimento (g)</u> .	41
5.	<u>Factor de conversión alimenticia</u> .	42
6.	<u>Porcentaje de producción (%)</u> .	44
7.	<u>Producciónn de huevos/ave</u> .	48
8.	<u>Peso del huevo (g)</u> .	50
9.	<u>Masa del huevo (g)</u> .	52
10.	<u>Grosor de la cascara (mm)</u>	54
11.	<u>Ancho del huevo (mm)</u> .	56
12.	<u>Largo del huevo (mm)</u> .	58
13.	<u>Peso de la cascara</u> .	58
B.	EFFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL HUEVO.	59
1.	<u>Color de la yema de huevo</u> .	59
2.	<u>Sabor del huevo</u>	61
C.	ANÁLISIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS POR EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN	63
1.	Ácidos saturados.	63
2.	<u>Ácidos Insaturados</u>	65
3.	<u>Ácidos monoinsaturados</u>	66
4.	<u>Ácidos poliinsaturados</u>	67
5.	<u>Ácidos grasos trans</u>	68

D. ANÁLISIS ECONÓMICO COMO EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN	69
1. <u>Costos de producción.</u>	69
2. <u>Beneficio / costo</u>	70
V. <u>CONCLUSIONES.</u>	72
VI. <u>RECOMENDACIONES.</u>	73
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	74
ANEXOS	



## RESUMEN

En las instalaciones del Unidad de Investigación Avícola de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, se Evaluó el “Efecto de *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas lohmann Brown, para lo cual se utilizó 200 aves de 19 semanas de edad, distribuidos en tres niveles de linaza frente a un tratamiento control con cinco repeticiones, dándonos un total de 20 unidades experimentales, los cuales se analizaron bajo un Diseño Completamente al Azar, y una separación de medias según Duncan ( $P < 0.05$ ). determinándose que la utilización de 5 % de *Linum usitatissimum* permitió registrar un peso final de 1887.30 g, una ganancia de peso de 155.41, un consumo de alimento de 12021.74, una conversión alimenticia de 1.99, alcanzó una producción del 89.50 %, alcanzó el pico de producción a los 82.60 días, además se puede determinar que la producción por ave fue de 104.72 unidades, también se determinó un peso del huevo de 57.81 g y en su totalidad se determinó una masa de 6052.68 g de masa del huevo; en lo relacionado a las características del huevo, estos tuvieron 0.56 mm de grosor de la cascara del huevo, el diámetro longitudinal fue de 43.96 y un diámetro transversal de 57.17, finalmente la cáscara peso 6.20 g y el color de la masa del huevo correspondió a 6.20. Por lo que se puede concluir que, el efecto del 15% de linaza mejora la concentración de omega 3 y 6 en el huevo logrando un valor 6,549 %.

## ABSTRACT

On-site Poultry Research Department of Zootecnical Engineering Faculty of Animal Science ESPOCH, the effect of *linum usitatissimum* (flaxseed common) in the first phase of production of hens Lohmann Brown was evaluated, for which 200 birds of 19 weeks of age, divided into three levels of flaxseed compared to control treatment with five repetitions, giving a total of 20 experimental units, which were analyzed under a completely randomized design was used, and separation averages by Duncan ( $P < 0.05$ ). It was determined that the use of 5% *linum usitatissimum* (linseed common), which resulted in some final weight of 1887,30 g, a weight gain of 155,41 a 12021,74g feed intake, feed conversion 1,99; a production of 89,50% was reached peak production to 82,60 days was reached, besides you can determine that production per bird was 104,72 units, up 57,87 Egg weight was also determined entirely 6052,68 g was egg mass was determined; in relation to the characteristics of the egg, that were 0,56 mm thick of the eggshell, the longitudinal diameter of 43,96mm and a transverse diameter of 57,17 finally weighed shell color and 6,20g egg mass corresponded to 6,20 points on the scale of Roche fan. It is concluded that the effect of 15% linseed improves concentration of omega 3 and 6 in the egg getting a value of 6,549%.

**LISTA DE CUADROS**

Nº	Pág.
1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SEMILLAS DE LINAZA, REFERIDA A 100 G DE PRODUCTO (AGS: ÁCIDOS GRASOS SATURADOS; AGM: ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS; AGP: ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS).	14
2. COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE LINAZA, EXPRESADA COMO G SOBRE 100 G DE PRODUCTO.	14
3. NIVELES NUTRICIONALES EN ARRANQUE DE PRODUCCION.	19
4. TEMPERATURAS ÓPTIMAS.	19
5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.	29
6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	31
7. ESQUEMA DEL ADEVA.	33
8. PARAMÉTROS PRODUCTIVOS COMO EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.	37
9. ANÁLISIS ECONÓMICO COMO EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.	56
10. ANÁLISIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS POR EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.	58
11. ANÁLISIS ECONÓMICO COMO EFECTO DEL <i>Linum usitatissimum</i> (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.	71

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pág.
1. Consumo de alimento (g), como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	40
2. Factor de conversión alimenticia, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de Lohmann Brown.	42
3. Produccion de huevos/ave, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	45
4. Peso del huevos, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	46
5. Masa del huevo, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	48
6. Grosor de la cascara (mm), como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	50
7. Peso de la cascara (g), como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	53
8. Contenido de ácidos grasos saturados, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	59
9. Contenido de ácidos grasos insaturados, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	60
10. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	61
11. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	62
12. Contenido de ácidos grasos Trans, como efecto del <i>Linum usitatissimum</i> (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.	63

## LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
2. Peso final (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
3. Ganancia de peso (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
4. Consumo de alimento (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
5. Factor de conversión, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
6. Porcentaje de producción (%), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
7. Producción (Huevo/Ave), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
8. Pico de producción (Días), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
9. Peso del huevo (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
10. Masa del huevo (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
11. Grosor de la cascara (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
12. Ancho del huevo (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
13. Largo del Huevo (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
14. Peso de la cascara (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.
15. Color del huevo, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, gran parte de la población ha tomado conciencia sobre la importancia de llevar una alimentación correcta, por lo que en el mercado se ha generado nuevos productos químicos elaborados para cubrir las necesidades nutricionales, con el inconveniente en poseer elementos nocivos para la salud como preservantes causantes de alergias a nivel de niñez y adolescencia.

Actualmente se está tomando mayor importancia al suministro de una alimentación adecuada en producción animal y por ende a humanos, los cuales van a consumir dichos productos, tomando como base nuevas definiciones como nutrigénica, para brindar a la población una alimentación adecuada con nutrientes y sus beneficios a nivel genético y genómico de manera positiva, en este contexto se desea lograr producir huevos diseñados nutricionalmente de acuerdo a las necesidades nutricionales de la población.

Es importante resaltar que el consumo de ácidos grasos omega 3, especialmente los de cadena larga como son el ácido linoléico y ácido linolénico que ayudan a mantener un equilibrio en la salud el cual será tomado de la linaza de manera natural.

La investigación generó información de primera mano para ofrecer técnicas que serán de importancia en el futuro demostrando una producción de huevos con nutrientes con ácido grasos omega 3 y 6 esenciales, debido a que nuestro organismo es incapaz de fabricarlo y tiene que ser tomado del alimento, pues ellos forman las estingomielinas de la membrana celular, mejoran la fluidez de la sangre, presentan efecto antitrombóticos y previenen enfermedades del corazón, de esta manera el presente estudio pretende perfeccionar la tecnología que puede aplicarse a futuro inmediato programas de mejoramiento de salud y bienestar.

De la misma manera se puede determinar que la creciente importancia económica que este recurso adquirido permite rescatar los principales aspectos como: el uso de productos que mejoren el valor nutritivo de los huevos, las aves se mantengan

seguras durante a vida productiva, de esta manera se pretende brindar un valor agregado a la economía tanto del productor como del consumidor.

La mayor parte de los ingredientes vegetales utilizados en las raciones para la alimentación de aves, contienen compuestos que pueden tener efectos antinutricionales y afectar el rendimiento animal. El rendimiento de los animales depende en gran parte de la digestibilidad de los nutrientes contenidos en los alimentos y el grado en que estos nutrientes pueden ser absorbidos y utilizados posteriormente.

Con la utilización de *Linum usitatissimum* (Linaza común) en la primera fase de producción en gallinas Lhomann Brown se evidencio diferencias significativas entre los tratamientos en estudio para ciertos parámetros, además que se pudo evidenciar que por medio de la modificación de la alimentación de las gallinas ponedoras se puede producir huevos enriquecidos con ácidos grasos omega-3 (n-3) y omega-6 (n-6), con lo cual permitirá una contribución para aportar nutrientes a los seres humanos, además de disponer de una buena alimentación para las aves, consecuentemente a través de este estudio se genera nuevos paquetes tecnológicos como solución a las nuevas exigencias de la población, de esta manera generando ciencia y tecnología que requiere los países subdesarrollados y ser competitivos ante un mundo globalizado.

Por lo señalado se planteó los siguientes objetivos:

- Evaluar los parámetros productivos con la adición de 5, 10, 15 % de ***Linum usitatissimum*** (linaza común) en el alimento balanceado suministrado en gallinas Lohomann Brown en la primera fase de producción.
- Evaluar las características fisicoquímicas y organolépticas de la producción de huevos con la adición de 5, 10 y 15 % de ***Linum usitatissimum*** (linaza común) en el alimento balanceado frente a un testigo en la primera fase de producción en gallinas Lohmann Brown.
- Determinar los costos de producción de cada tratamiento.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. LINAZA

#### 1. Generalidades

Daun, J. et al. (2003), manifiesta que la linaza se ha reconocido desde tiempos prehistóricos, en Asia, norte de África, y Europa como una fuente de alimentos y su cultivo, destinado a la obtención de alimentos y fibra, es muy antiguo. Actualmente se le cultiva en alrededor de 50 países, la mayoría de los cuales están en el hemisferio norte. Canadá es el principal productor, seguido por China, Estados Unidos e India. La producción en Chile es muy pequeña y la mayoría de lo que se consume, ya sea como suplemento dietético o como ingrediente para repostería, se importa desde Canadá. Históricamente, la producción de linaza se orientó hacia la producción de aceite de uso industrial; sin embargo, actualmente hay un nuevo interés por consumir la semilla molida debido a su potencial beneficio para la salud. Aunque hay importante evidencia que respalda el consumo de linaza, mucha gente aún desconoce las ventajas de su consumo y sus posibles aplicaciones en alimentos

Babu, V. y Wiesenfeld, P. (2003), indica que la linaza o semilla del lino (*Linum usitatissimum* L.) es rica en compuestos que se cree que proporcionan beneficios a la salud humana (ácido  $\alpha$ - linolénico, lignanos y polisacáridos diferentes al almidón) y que se han propuesto que, a través de su efecto anti hipercolesterolémico, anti-carcinogénico, y controlador del metabolismo de la glucosa, pueden prevenir o reducir el riesgo de varias enfermedades importantes que incluyen la diabetes, el lupus, la nefritis, la aterosclerosis y los cáncer dependientes de hormonas. Además, se ha señalado que el consumo de linaza aumenta la producción de lignanos en los mamíferos. Estos efectos, junto con su alto contenido de proteínas, hacen de la linaza un ingrediente alimentario muy atractivo y uno de los alimentos funcionales más importantes del siglo XXI.



## **2. Características de la semilla de linaza**

Daun, J, et al., (2003), manifiestan que la semilla de linaza es de 4 a 6 mm de longitud, aplanada, de forma oval y con un extremo aguzado. La cubierta de la semilla es de apariencia suave y brillante, y su color puede variar entre marrón oscuro y amarillo claro. El peso de 1000 semillas es de  $5 \pm 1$  g y su peso del hectolitro fluctúa entre 55 y 70 kg (La semilla tiene dos cotiledones aplanados, que constituyen la mayor proporción del embrión; este último está rodeado por las cubiertas de la semilla y por una delgada capa de endosperma. La testa tiene una capa exterior que contiene la mayoría de la fibra soluble y dos interiores ricas en fibra y lignanos. Desde un punto de vista estructural, la testa, endosperma y cotiledones representan el 22, 21 y 57 %, respectivamente.

Daun, J, et al., (2003), indican que existen variedades de semillas de color amarillo o doradas y de color marrón; a pesar de la creencia de que el color externo de la semilla es un indicador de la composición química de la linaza, no se han encontrado variaciones que sustenten que haya una diferencia entre ellas más allá de las causadas por la condiciones de cultivo.

## **3. Composición química de la linaza**

Babu, V. y Wiesenfeld, P. (2003), indican que la linaza tiene alrededor de 40% de lípidos, 30% de fibra dietética y 20 % de proteína. La composición proximal varía considerablemente entre las variedades y de acuerdo a las condiciones ambientales en las que haya crecido la planta. En los cotiledones se encuentra el 87% de los lípidos y el 76% de la proteína de la semilla, en tanto que en el endosperma está sólo el 17% de los lípidos y el 16% de la proteína.

Hall, C, et al., (2006), describe que la linaza es una semilla oleaginosa, fuente importante de ácidos grasos omega 3, especialmente  $\alpha$  linolénico (ALA) que puede constituir hasta el 52% del total de ácidos grasos; de compuestos fenólicos conocidos como lignanos; de una goma coloidal y de proteína de buena calidad. Estos compuestos, aunque están ubicados en diferentes partes de la semilla, interactúan entre si durante la extracción y el procesamiento, lo que plantea

grandes desafíos para su utilización.

### **a. Proteínas**

Daun, J. et al, (2003), describe que el contenido de proteínas de la mayoría de los cultivares de linaza fluctúa entre 22,5 y 31,6 g/100 g. Las condiciones de procesamiento (descascarado o desgrasado) afectan el contenido de proteínas del producto derivado de la linaza. La cáscara tiene menores contenidos de proteína, por lo que, la harina sin cáscara y desgrasada tiene un alto contenido proteico. Como en muchas otras semillas, el contenido de globulinas es mayoritario, llegando al 77% de la proteína presente, en tanto que el contenido de albúminas representa al 27% de la proteína total. La proteína de linaza es relativamente rica en arginina, ácido aspártico y ácido glutámico; los aminoácidos limitantes son lisina, metionina y cisteína.

### **b. Lípidos**

Hall, C. et al. (2006), manifiesta que el aceite, que constituye el componente principal de la linaza (35 a 43 g/100g base materia seca) ha sido por años el objetivo principal del procesamiento de esta semilla. La torta remanente de la extracción de aceite (55%), todavía se considera en algunas partes como un subproducto de bajo valor (Daun et al., 2003; Oomah, 2003). Los cotiledones son el principal tejido de almacenamiento de aceite, el que está constituido principalmente (98%) por triacilglicerol y se encuentra en glóbulos de aceite de 1,3  $\mu\text{m}$  de diámetro. También en la fracción lipídica se encuentra un 0,9 % de fosfolípidos y un 0,1% de ácidos grasos libres. Aunque la cáscara es relativamente pobre en lípidos (22%), su aceite es rico en ácido palmítico. En los cotiledones predomina los ácidos  $\alpha$  linolénico, linoleico y oleico

### **c. Hidratos de carbono**

Daun, J. et al. (2003), manifiesta que la linaza contiene muy pequeñas cantidades de azúcares solubles (1 a 2 g/100g). La mayoría de los hidratos de carbono presentes en esta especie, pertenecen al grupo de la fibra dietética. Se destaca

entre otros granos por ser una excelente fuente de fibra dietética soluble e insoluble, la que en total puede llegar hasta 28% del peso seco de la semilla. La relación entre fibra soluble e insoluble fluctúa entre 20:80 y 40:60. En la fracción soluble, se encuentra un hidrocoloide conocido como mucílago (8% del peso de la semilla). Existe muy poca información de la variación del contenido de fibra dietética entre variedades y según las condiciones de cultivo.

#### **d. Otros compuestos**

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), indica que entre los minerales, destaca el contenido de potasio, fósforo, hierro, zinc y manganeso. La semilla contiene además, vitaminas del grupo B. Como muchas semillas oleaginosas, contiene tocoferoles y tocotrienoles, estando muy relacionado su contenido con la presencia de ácido  $\alpha$  linolénico. También la mayoría de las variedades de linaza contienen esteroides como estigmasterol, campesterol y avenasterol; y, carotenoides como luteína,  $\beta$ -caroteno y violaxantina.

Daun, J, et al., (2003), manifiesta por otra parte, la linaza tiene entre 0,8 y 1,3 g/100g de ácidos fenólicos, de los cuales aproximadamente 0,5 g/100g están en forma esterificada, y de 0,3 a 0,5 g/100g están en la forma eterificada, habiendo variaciones importantes entre variedades y por las condiciones ambientales. Los ácidos fenólicos más abundantes en la harina de semilla descascarada son el trans-ferúlico (46%), trans-sinápico (36%), p-cumárico (7,5%) y transcaféico (6,5%). La goma de linaza también puede tener cantidades considerables de ácidos fenólicos (Daun et al., 2003; Hall et al., 2006). Una de las características más interesantes de la linaza es su contenido de fenoles complejos como es el caso de los lignanos. El lignano de mayor interés es el secoisolaciresinol (SDG), aunque también están presentes isolariciresinol, pinocresinol y matairesinol y otros derivados del ácido ferúlico.

#### **4. Compuestos Antinutricionales**

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), describen que la linaza contiene algunos compuestos antinutricionales como es el caso de muchas otras plantas; el ácido fítico y los

glucósidos cianogenéticos son los principales, aunque en la literatura no se han informado efectos adversos provocados por el consumo de linaza.

Daun, J, et al., (2003), indica que el ácido fítico, un poderoso agente quelante de cationes y acomplejador de proteínas y almidón, está en cantidades que varían entre 0,8 y 1,5 g/100g del peso seco de la semilla dependiendo de cada variedad y las condiciones de crecimiento de la planta; estos valores son semejantes a los encontrados en maní y en fréjol soya, pero bastante inferiores a los de otras oleaginosas (2 a 5,2 g/ 100g). El ácido fítico, que representa entre el 60 y el 90% del fósforo presente en la semilla, constituye la principal forma de almacenamiento de este elemento y se estima que juega un papel preponderante en la viabilidad y vigor de la semilla. Se han informado efectos negativos como la reducción de la absorción de calcio, zinc, y hierro y de la digestibilidad de las proteínas; y positivos, como la disminución de la respuesta glicémica por el consumo de almidón y de la incidencia de cáncer de colon en ratas.

Daun, J. et al. (2003), describe que los glucósidos cianogenéticos tienen la capacidad de liberar cianuro por hidrólisis acida o enzimática. En la semilla de linaza los principales glucósidos presentes son linustatina y neolinustatina, y pequeñas cantidades de linamarina y lotasutralina, estando localizados principalmente en los cotiledones. Como en casi todas las plantas, el contenido en la linaza varía con la variedad, condiciones ambientales y la edad de la semilla, reduciéndose el contenido desde 5,0 g/100g en las semilla inmaduras a 0,1 g/100g en las maduras. La hidrólisis ocurre cuando la semilla se daña, debido a que durante la ruptura celular se liberan enzimas que actúan sobre los sustratos cianogenéticos. El efecto metabólico que tiene el consumo de glucósidos cianogenéticos en los seres humanos depende de la cantidad consumida, la frecuencia de consumo, el estado nutricional y de salud de la persona y de la presencia de otros componentes en la dieta que puedan interactuar con ellos. Algunos tratamientos, como el tostado en microondas y la ebullición en agua reducen la aparición de cianuro en un 83 y 100%, respectivamente. Es importante destacar que el uso de la linaza habitualmente es como un ingrediente menor en panes, queques o cereales para desayuno, por lo que los glucósidos cianogenéticos no representan un problema para el consumo, especialmente

porque luego del horneado no se ha detectado presencia de cianuro en ellos.

## **5. Compuestos bio-activos de la linaza y beneficios de consumo**

Oomah, B. (2003), indica que la semilla de linaza contiene diversos compuestos que pueden ofrecer beneficios para la salud tales como reducción del riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mitigación de los efectos de la diabetes, patologías renales, obesidad, cáncer de colon y recto, reducción del nivel de colesterol sérico y promoción de la evacuación intestinal. Entre ellos, es importante destacar a la fibra dietética, los lignanos, el aceite y las proteínas. La localización dentro de la semilla, su complejidad y las posibles interacciones de los diversos componentes que poseen actividad biológica son un gran desafío para el procesamiento de este ingrediente alimentario.

### **a. Ácido alfa linolénico (ALA)**

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), manifiesta que la linaza es una de las principales fuentes de ácido alfa linolénico, un ácido graso omega 3 ubicado principalmente en los cotiledones de la semilla, que ha demostrado reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares; por esta razón, la linaza es una valiosa fuente de lípidos para mejorar la relación entre ácidos grasos n-6 y n-3. Sin embargo, la opinión de los expertos respecto del valor del consumo de ALA está dividida, dado que la conversión de ALA en ácido eicosapentaenoico (EPA) y en ácido docosahexaenoico (DHA) en los seres humanos es baja (0,2 a 6%).

### **b. Fibra dietética**

Figuerola, F. et al., (2005), indica que la fibra dietética está constituida por diferentes polisacáridos que incluyen a la celulosa, hemicelulosas, pectinas,  $\beta$ -glucanos y gomas. Su consumo juega un importante papel en la salud humana y las dietas ricas en ella se han asociado a la prevención, reducción y tratamiento de algunas enfermedades como diverticulosis, cáncer de colon y enfermedades coronarias.

Figuerola, F. et al., (2005), manifiesta que los efectos fisiológicos de la fibra dietética se relacionan con sus propiedades fisicoquímicas y tecnológicas, como capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, viscosidad, formación de gel, capacidad de ligazón de sales biliares, las que son más útiles en la comprensión del efecto de la fibra dietética que la composición química por sí sola. Estas propiedades dependen de su relación fibra insoluble / fibra soluble, tamaño de partícula, condiciones de extracción y fuente vegetal de origen.

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), manifiesta que la linaza tiene, en las capas externas de la semilla, una gran cantidad de fibra dietética (28% de su peso), con una relación de 75% de fibra insoluble y 25 % de fibra soluble o mucílago. La alta viscosidad de esta fibra promueve la evacuación, reduce el riesgo de cáncer de colon y recto, ayuda a reducir el colesterol sérico y la obesidad y puede afectar la secreción de insulina y el mecanismo de mantención de la glucosa en el plasma. Los beneficios de la fibra dietética están bien documentados y en los últimos años los consumidores están más conscientes del importante papel que ella desempeña en la dieta de los seres humanos.

Daun, J, et al. (2003), indica que dados los beneficios que tiene la fibra dietética soluble y el potencial uso del mucílago de la linaza como goma alimenticia, esta porción ha recibido más atención que la fibra insoluble de la linaza. El mucílago está compuesto por dos polisacáridos, uno neutro (aproximadamente 75%) y otro ácido. El polímero neutro está formado por una cadena central de  $\beta$ -D-xilosa unidas con enlaces 1-4, que tiene cadenas laterales de arabinosa y galactosa en posición 2 y 3. El polímero ácido está formado por una cadena principal de residuos de (1 $\rightarrow$ 2)-  $\alpha$ -L ramnopiranosil y de ácido (1 $\rightarrow$ 4)- D-galactopiranosilurónico, con cadenas laterales de fucosa y galactosa. El componente principal del polímero neutro es la xilosa (62,8%) y el del polímero ácido es la ramnosa (54,5%), por lo que la relación ramnosa/xilosa se usa frecuentemente para estimar la relación entre polisacáridos ácidos/neutros. Esta relación fluctúa entre 0,3 y 2,2. Los estudios realizados acerca de la composición del mucílago de linaza indican que la composición de monosacáridos del mucílago varía significativamente entre diferentes cultivares de linaza. Los cultivares con mayor contenido de polisacáridos neutros muestran mayor

viscosidad aparente y formación de geles más firmes. Pero, el mucílago de la linaza es un hidrocoloide complejo polidisperso y los diferentes comportamientos reológicos observados en los cultivares está causado tanto por las diferencias en la proporción entre polímeros neutros y ácidos como por el peso molecular y la conformación estructural de los polisacáridos.

### **c. Lignanós**

Hu, C. et al. (2007), indica que los lignanos de las plantas son compuestos fenólicos con un esqueleto de 2,3-dibencilbutano (Thompson, 2003a). La linaza es la fuente alimenticia más rica en los precursores de lignanos, diglucósido de secoisolariciresinol (SDG) y materesinol, los cuales son fitoestrógenos que por acción del ácido gástrico y de la glucosidasa bacteriana (de aeróbicos facultativos del género (Clostridia) del tracto digestivo, se transforman en enterolactona y enterodiól, respectivamente, conocidos como lignanos de los mamíferos. Estos últimos poseen mayor capacidad antioxidante que sus precursores. También se encuentran presentes en la linaza otros lignanos, como el lariciresinol, hinoquinina, arctigenina, ácido divainillin tetrahidrofurano nordihidroguayarético, isolariciresinol y pinoresinol, pero el más abundante es el SDG en cantidades entre 1410 y 2590 mg/100g de semilla seca. El contenido de lignanos en la linaza está muy influenciado por factores genéticos y en menos grado por las condiciones ambientales.

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), manifiesta que los beneficios para la salud de los lignanos de la linaza residen en su capacidad antioxidante como secuestradores de radicales hidroxilos, y como compuestos estrogénicos y anti-estrogénicos por su similitud estructural con el 17- $\beta$ -estradiól. La actividad antioxidante del lignano de la linaza (SDG) está relacionada con la supresión de las condiciones oxidantes de las especies reactivas de oxígeno. El diglucósido de secoisolariciresinol y su aglucona secoisolariciresinol muestran una muy alta capacidad antioxidante y efectos protectores del daño al ADN y a los liposomas especialmente en las células epiteliales del colon expuestas a estos compuestos, durante el metabolismo de las bacterias del colon que los transforman en lignanos de mamíferos.

De este modo, la incorporación de linaza en alimentos y en dietas para animales tiene grandes ventajas, ya que ayuda en la inhibición de enfermedades y en la promoción de la salud. Debido a que estas sustancias han mostrado tener efectos anti-cáncer, se sugiere que el consumo de linaza reduciría el riesgo de desarrollar cáncer de pecho y de próstata y su acción antioxidante reduciría el riesgo de las enfermedades coronarias. Sin embargo, todavía no se establece completamente la cantidad y frecuencia de consumo de linaza que asegure los beneficios señalados.

## **6. Propiedades tecnológicas**

Kaur, M. et al (2007), indican que el uso potencial de ingredientes provenientes de plantas depende de la versatilidad de sus propiedades tecnológicas que se definen como cualquier propiedad de un ingrediente que tenga impacto en su utilización. Están influenciadas, tanto por diversos factores intrínsecos tales como la composición del alimento o matriz del cual se extraen, como por factores ambientales como la composición del alimento en que se incorporan. Estas propiedades afectan las condiciones de proceso, la aplicabilidad del ingrediente, el uso en la formulación o diseño de alimentos y la calidad y aceptabilidad del alimento elaborado.

Singh, N. (2007), manifiesta que en los últimos años ha habido un creciente interés por conocer las propiedades tecnológicas de las harinas de plantas las que están determinadas por las características físicas y químicas y la interacción entre componentes (proteínas, hidratos de carbono, pectinas, gomas). Estas propiedades son uno de los criterios principales utilizados para decidir el uso, utilidad y aceptabilidad de las harinas en los sistemas alimenticios. Las propiedades de hidratación, dispersabilidad, densidad aparente, absorción de agua y aceite, capacidad de ligazón, hinchamiento, emulsificación, formación de espuma, gelificación y viscosidad afectan directamente las características finales del sistema alimenticio. El desempeño exitoso de una harina vegetal depende de sus características tecnológicas y de la calidad sensorial que ella imparte al producto final.



Hall, C y Tulbek, M. (2006), manifiesta que la semilla de linaza tiene potencial, para ser usada para la extracción de goma y para la producción de harina rica en proteínas y fibra. Las propiedades tecnológicas de la goma de linaza se relacionan con su alta capacidad espesante, espumante, de hinchamiento, de ligazón y emulsificante. Estas capacidades están afectadas por el tamaño y orientación molecular, la asociación entre moléculas, el tamaño de partícula, la concentración y el grado de dispersión. La goma tiene propiedades que se asemejan mucho a las de la goma arábiga y además presenta la capacidad de formar geles débiles termo-reversibles de establecimiento en frío a pH entre 6,0 y 9,0, por lo cual puede mostrar algunas propiedades de flujo al someterla a suficiente presión. La máxima estabilidad de la espuma se logra con concentraciones de 1%. La pureza de la goma afecta la viscosidad de la suspensión en forma significativa. Las gomitas con mayor viscosidad intrínseca muestran mayor potencial para la estabilización de emulsiones aceite en agua. Se ha encontrado una alta variabilidad genética, así como también un marcado efecto de las condiciones ambientales y de cultivo en las propiedades reológicas de la goma de linaza.

## **7. Uso de la linaza en la elaboración de productos**

Oomah, B. (2006), indica que la semilla de linaza entera se puede tostar, extruir, dilatar o laminar para mejorar su aplicabilidad en diversos alimentos. El tostado a altas temperaturas, cercanas a 180 °C cambia las propiedades organolépticas de la semilla; se desarrollan nuevos aromas y sabores, disminuye su brillo, se oscurece su color ya que aumenta la participación del rojo y disminuye la del amarillo. El tostado, además, puede ayudar a la remoción de algunos compuestos antinutricionales. Sin embargo el contenido de peróxidos, propanal y hexanal aumenta durante el almacenamiento en mayor grado en las semillas tostadas que en las semillas naturales.

Babu, U. Wiesenfeld, P. (2003), indica que la harina de linaza se puede usar en diversos tipos de alimentos, como productos de repostería, cereales de desayuno, "snack", barras nutritivas, bebidas nutricionales, helados y postres. El nivel de

harina de linaza que se puede incorporar en la elaboración de alimentos está determinado por los cambios organolépticos y tecnológicos que ocurran en ellos.

Hall, C. y Tulbek, M. (2006), indica que al introducir harina de linaza en yogurt, el contenido de lignanos se mantiene y no se afecta negativamente la fermentación ni el almacenamiento durante 21 días a 4 °C. En queso Edam, los lignanos se mantienen estables durante la maduración por 6 semanas a 9 °C.

## **8. Linaza en la modificación de ácidos grasos en el huevo**

Barroeta, E. (2014), menciona que está bien establecido que la modificación del perfil en AG del pienso permite cambiar la composición en AG de la yema. Este cambio se basa, fundamentalmente, en la variación inversa ente las fracciones de AGPI y AGMI, mientras que los AGS permanecen prácticamente constantes. En este sentido, en la actualidad encontramos en el mercado huevos en cáscara enriquecidos en AGPI omega-3, esto es posible gracias a la incorporación de aceite de linaza o pescado en la ración de las gallinas.

Barroeta, E. (2014), indica que esto permite aumentar los niveles de AG eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), que son AGPI omega-3 de cadena muy larga cuyo consumo ha demostrado reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar las funciones visuales y mentales (Baucells et al., 2000). Un huevo enriquecido, aunque existe una gran variabilidad de contenido y proporción de linoléico (EPA/DHA,) puede llegar a cubrir prácticamente el 100% de la ingesta diaria recomendada (CDR).

## **9. Composición de la linaza**

Henríquez, L. (2014), indica que la composición química de la linaza se recoge en el cuadro 1 y 2. No obstante, hay que señalar que esta composición depende de factores como la variedad, la zona de producción, la época en que se cultiva, etc.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SEMILLAS DE LINAZA, REFERIDA A 100 G DE PRODUCTO (AGS: ÁCIDOS GRASOS SATURADOS; AGM: ÁCIDOS GRASOS MONOINSATURADOS; AGP: ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS).

Compuesto	Indicador
Energía (kcal/kJ)	492 - 699 / 2,059
Grasas (g)	34,0 - 47,8
AGS (g)	3,2
AGM (g)	6,9
AGP (g)	22,4
Proteínas (g)	19,5 - 23,7
Carbohidratos (g)	34,3
Fibra (g)	25,8 - 27,9
Magnesio (mg)	362
Calcio (mg)	199

Fuente: <http://plantamedicinales.net/category/lino>. (2012).

Cuadro 2. COMPOSICIÓN DEL ACEITE DE LINAZA, EXPRESADA COMO (g) SOBRE 100 (g) DE PRODUCTO.

Ácidos grasos saturados		Ácidos grasos monoinsaturados		ácidos grasos poliinsaturados		
mirístico	Palmítico	esteárico	palmitoleico	Oleico	linoleico	$\alpha$ -linolenico
0	1,8-5,3	1,4-4,1	0	20,1-27,7	12,7-22,4	53,3-57,3

Fuente: <http://plantamedicinales.net/category/lino> (2012).

Mediante tratamientos tecnológicos pueden modificarse estos contenidos en ácidos grasos poliinsaturados, de tal manera que el contenido de ácido  $\alpha$ -linolénico se incrementa hasta más del 85%.

## **B. GENERALIDADES DE LAS AVES LOHMANN BROWN**

Pronavicola S.A. (2012), manifiesta que la línea es el resultado de los cruces de las razas Leghorn blanca (hembra) x Warren rojo (macho), que bajo presiones selectivas desde hace muchos años, ha dado como resultado a una ponedora que lidera el mercado mundial.

### **1. Especificaciones de producción**

#### **a. Producción de Huevos**

- Edad al 50 % de Producción 145 - 150 día
- Pico de Producción 92 -94 %
- Huevos por Gallina Alojada
- En 12 Meses de Postura 305 – 315
- En 14 Meses de Postura 340 – 350
- Masa de Huevo por Gallina Alojada
- En 12 Meses de Postura 19,0 - 20,0kg
- En 14 Meses de Postura 22,0 - 23,0 kg
- Peso Medio del Huevo
- En 12 Meses de Postura 63,5 - 64,5 g
- En 14 Meses de Postura 64,0 - 65,0 g

#### **b. Características del huevo**

- Color de la Cáscara (Marrón Intenso)
- Resistencia de la Cáscara > 35 Newton

#### **c. Consumo de alimento**

- En Producción 110 - 120 g / día
- Conversión Alimenticia aproximadamente 2,1 - 2,2 kg / kg masa de huevo.

#### **d. Peso corporal**

- A las 20 semanas 1,6 - 1,7 kg
- Al final de la producción 1,9 - 2,1 kg

#### **e. Viabilidad**

- Durante la Cría 97 - 98 %
- Período de Postura 94 - 96 %

### **2. Alimentación de ponedoras**

La Guía de Manejo Comercial Hy-Line (2007), manifiesta que el consumo de alimento variará de acuerdo al contenido de nutrimentos del alimento (sobre todo el contenido de calorías), la temperatura del gallinero, el ritmo de producción, el tamaño del huevo y el peso corporal.

La Guía de Manejo Lohmann. (2007), describe, que para el máximo del potencial genético de las ponedoras LOHMANN BROWN, es necesario un alimento con todo el valor nutritivo. Este tipo de alimentación puede ser garantizada con una completa correlación entre el alimento utilizado y la performance potencial de las aves.

El consumo de alimento se ve afectado por:

- Peso corporal.
- Pico de producción.
- Temperatura del alojamiento. Las bajas temperaturas aumentan los requerimientos de mantenimiento de las aves y por lo tanto estimulan el consumo.
- Textura del alimento. El 10% de las partículas no deben tener un tamaño mayor de 2 mm y no debe haber más del 20% de un tamaño inferior a 0,5 mm.

- Nivel de energía. Las ponedoras tienden a ajustar el consumo de acuerdo a sus necesidades energéticas que dependen del peso corporal, de la temperatura ambiente, la masa diaria de huevo producida y la calidad del plumaje.
- Desbalances nutricionales. La ponedora tratará de compensar el déficit de determinados nutrientes con un aumento de consumo total. Por lo tanto es obligatoria la formulación de dietas con un perfil balanceado de nutrientes claves.

### **3. Nutrición y peso del huevo**

Según la Guía de Manejo Lohmann. (2007), manifiesta que dentro de ciertos límites, el peso del huevo puede ser adaptado a las necesidades específicas formulación y el manejo alimenticio. Los siguientes factores nutricionales deberán ser tenidos en cuenta.

- Crecimiento. Si alimentamos para un mayor peso corporal al comienzo de la postura, tendremos un mayor peso del huevo a lo largo de todo el período de producción.
- Los nutrientes que influyen sobre un alto peso de huevo son:
  - Proteína cruda y metionina
  - Ácido linoléico
  - Técnica de alimentación
  - Textura del alimento
  - Tiempo de alimentación
  - Nivel del alimento en los comederos
  - Alimentación controlada
  - Frecuencia de la alimentación.

### **4. Período de postura**

Según la Guía de Manejo Lohmann. (2007), indica que el alimento de “Arranque de Postura” debe tener groseramente la estructura de una postura donde se ha

reforzado el contenido de nutrientes y energía mientras que el calcio está limitado a 3.5%. Se recomienda el uso de esta formulación mientras la producción vaya aumentando hasta que se alcance el pico de la misma (alrededor de las 28 semanas de vida), en que las aves de un lote saludables se encuentran todas en postura. En ese momento está aconsejado a cambiar a un programa de alimentación en fases con los contenidos de nutrientes relacionados al consumo de ración y la masa de huevo producida.

El alimento de “fase1” cubre los requerimientos de nutrientes de las aves para un máximo de producción de masa de huevo (más de 57.5gramos de masa de huevo por gallina). La concentración de los nutrientes es comparable a la del alimento de “Arranque” con la excepción de tener un nivel de calcio superior y una energía de 11.4 MJ/kg. Los requerimientos nutricionales en las tablas están basados en este nivel de energía, a una temperatura de 22 C ° y con un plumaje en buenas condiciones. Recomendaciones sobre niveles nutricionales en arranque de producción hasta las 28 semanas.

Manual de Manejo de Ponedoras LOHMANN BROWN. (2007), manifiesta que en la cría natural la fuente de calor para las pollitas proviene del cuerpo de una gallina clueca; en la cría artificial es el hombre quien tiene que suministrar ese calor. Por ello, debemos en este punto resaltar que el avicultor es la clave del éxito. Deberá estar atento al funcionamiento de las criadoras y a los cambios atmosféricos para que éstos no perturben el desarrollo inicial de sus pollitas. El manejo de los criadores es fundamental, pues es en este período cuando las pollitas necesitan más calor, el enfriamiento es causa frecuente de trastornos en la cría artificial. Se deben tomar todas las precauciones para que durante la primera semana la temperatura en el borde de la campana sea de 36° C. Las pollitas deben alojarse debajo de las campanas inmediatamente después de su arribo. En caso de estrés, elevar la temperatura a 38' C, ya que la pollita nace con 1,5'C menos que el adulto, y esa hipotermia la mantiene durante los primeros 10 días. Al cabo de la primera semana, la temperatura en el borde de la campana se disminuirá a 28- 30'C, y se agrandará el diámetro del cerco. Este se retirará al final de la segunda semana. (cuadro 3,4).

Cuadro 3. NIVELES NUTRICIONALES EN ARRANQUE DE PRODUCCION.

Alimento	Pre- pico(Arranque de Producción)
Nutriente	5% Produccion-28 Semanas
Energía metabolizable kcal	2800,00
Mínimo MJ	11,60
Proteína cruda %	18,00
Metionina %	0,40
Met./cistina %	0,73
M/C Digestible %	0,60
Lisina %	0,80
Lisina digestible %	0,66
Triptófano %	0,18
Treonina %	0,59
Calcio %	3,50
Fosforo total %	0,55
Fost.disponible %	0,40
Sodio %	0,15
Cloro mínimo %	0,15
Acidolinoléico %	2,00

Fuente: Guía de Manejo Lohmann Brown. (2007).

Cuadro 4. TEMPERATURAS ÓPTIMAS.

EDAD	TEMPERATURA
1 - 2 días	33 – 32
3 - 4 días	31
5 - 7 días	30
semana 2	29 – 28
semana 3	27 – 26
semana 4	24 – 22
semana 5	20 – 18
semana 6	18 – 20

Fuente: Programa de Manejo de Ponedoras LOHMANN BROWN, (2004).

En este momento, y para evitar que al oscurecer se amontonen las pollitas en los rincones, es necesario colocar en ellos parte del cerco. En lo posible la



temperatura ambiental debe oscilar entre 15 y 20°C, manteniéndose ésta en las etapas posteriores.

## **5. Alimentación y nutrición de las aves de postura**

### **a. Nutrientes**

Damron, B. et al. (2006), indica que los nutrientes son sustancias químicas que se encuentran en los alimentos que pueden ser utilizados, y son necesarios, para el mantenimiento, crecimiento, producción y salud de los animales. Las necesidades de nutrimentos de las aves son muy complejas y varían entre especies, raza, edad y sexo del ave. Más de 40 compuestos químicos específicos o elementos son nutrientes que necesitan estar presentes en la dieta para procurar la vida, crecimiento y reproducción. Los alimentos son frecuentemente divididos en seis clasificaciones de acuerdo a su función y naturaleza química: agua, proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Para una mejor salud y desarrollo, una dieta debe incluir todos estos nutrientes conocidos en cantidades correctas. Si hay una insuficiencia de alguno, entonces el crecimiento, reproducción, calidad del cascaron, producción de huevo, tamaño del huevo, etc., se verán disminuidos. Aunque los mismos nutrientes encontrados en la dieta son encontrados en los tejidos del cuerpo y huevos de las aves, no hay una transferencia directa de nutrientes del alimento al tejido. Los nutrimentos de los alimentos deben ser digeridos, absorbidos y reconstruirse hacia tejido del ave.

### **b. Vitaminas**

Ávila, E. et al (1999), indica que las vitaminas son sustancias orgánicas esenciales para realizar los procesos biológicos. Su estructura química es diferente a la de los carbohidratos, grasas y proteínas y entran en pequeñas concentraciones en la dieta. Las vitaminas son compuestos que tienen un efecto marcado en la utilización de la energía proveniente de los carbohidratos y de las grasas, tal es el caso de la tiamina, riboflavina, niacina y ácido pantoténico, la vitamina B6 en forma de piridoxal y piridoxamina fosfato, intervienen en reacciones importantes de los aminoácidos como son: desaminación,

transaminación y descarboxilación. El ácido fólico y tetrahidrofólico intervienen en el transporte de unidades del carbono para la síntesis de numerosos compuestos requeridos en el metabolismo. La biotina, en su forma de carboxibiotinil-lisina interviene en varias reacciones de carboxilación; un ejemplo es el caso de la síntesis del malonil CoA, un compuesto clave en la síntesis de los ácidos grasos. Se afirma que las vitaminas son generalmente clasificadas bajo dos grupos: las vitaminas solubles, A, D, E, y K, y vitaminas agua-solubles que incluyen el complejo – B, (el ácido ascórbico), de la Vitamina C se sintetiza por los pollos y, no es considerado como un nutriente requerido.

Ávila, E. et al. (1999), indica que se dan los requisitos para la mayoría de las vitaminas por lo que se refiere a los miligramos por el kilogramo de dieta. Las excepciones son las vitaminas A, D, y E para que normalmente se declaran los requisitos en las unidades. Se usan las unidades para expresar los requisitos para estas vitaminas porque los formularios diferentes de las vitaminas tienen las actividades biológicas diferentes.

### **c. Minerales**

Ávila, E. y Pro, A. (1999), manifiesta que los minerales desempeñan funciones muy importantes y variadas en el organismo, como la formación del sistema óseo, por lo que el suministro inadecuado de ellos puede resultar en daños graves al organismo del animal, así como a la actividad productiva.

Los carbohidratos contenidos en la dieta tienen como función principal proporcionar energía al ave. En lo que se refiere a producción de carne son un factor básico para el logro de la eficiencia en la producción de carne.

Los carbohidratos y lípidos son necesarios en el organismo, como fuente primaria de energía. Esta energía es utilizada en funciones vitales como: conservar la temperatura corporal y las funciones esenciales como el movimiento; utilizar las reacciones químicas en la síntesis del tejido corporal; eliminar los desechos orgánicos

Ávila, E. y Pro, A. (1999), indica que los minerales son elementos inorgánicos. Los compuestos orgánicos, que contienen carbono (como los carbohidratos, proteínas, vitaminas). Cuando se quema una muestra de alimento a 600°C hasta que deja de perder peso, los minerales permanecen como cenizas. De ahí que la palabra ceniza en una etiqueta de alimento se refiere al contenido total de minerales. Los elementos minerales que son requeridos en cantidades relativamente grandes se llaman macrominerales o macronutrientes minerales, y son: calcio, fósforo, potasio, magnesio, cloro, sodio y azufre. De entre ellos, el K, S y Mg suelen figurar en todas las dietas normales, por lo que no debemos preocuparnos de incluirlos en la alimentación. La concentración en las raciones se expresa en porcentaje.

Ávila, E. y Pro, A. (1999), manifiesta que los micro elementos minerales, minerales traza u oligoelementos son los elementos minerales que son requeridos en cantidades muy pequeñas para cumplir su acción fisiológica, y son: hierro, cobre, cobalto, manganeso, yodo, zinc, flúor, molibdeno selenio y bromo. La unidad de medida adoptada es el miligramo, partes por millón, microgramo. Algunos minerales, tales como el Ca, P, se necesitan como componentes estructurales del esqueleto y otros, tales como el Na, K y Cl, intervienen en el balance ácido-base; otros como el Zn y el Cu, se encuentran incluidos en los sistemas enzimáticos.

Todos los minerales, sean esenciales o no, pueden influir adversamente en el animal si se incluyen en la dieta en niveles excesivamente elevados. Fundamentalmente se presentan en forma de sales tanto orgánicas como inorgánicas y representan una fracción que va desde el 1,5 al 5% de la composición química de los alimentos que se utilizan normalmente. Todo lo que sea un porcentaje mayor de esta cifra significará una pérdida del valor nutritivo. Los animales los utilizan básicamente como componentes principales de los tejidos de sostén (huesos) y como electrolitos del metabolismo celular. (Ávila, E. y Pro, A. 1999).

#### **d. Proteínas**

Damron, B. et al (2006), indica que las proteínas están constituidas de más de 23 compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y sulfuro. Son llamados aminoácidos. Las propiedades de una molécula proteica son determinadas por el número, tipo y secuencia de aminoácidos que lo componen. Los principales productos de las aves están compuestos de proteína. En materia seca, el cuerpo de un pollo maduro está constituido por más de 65% de proteína, y el contenido de huevo 65% de proteína. Los científicos aprendieron hace muchos años que estos aminoácidos eran los nutrientes esenciales, en lugar de la molécula de proteína en sí. Los tejidos de las aves tienen la habilidad de hacerse pasar por algunos de los aminoácidos requeridos si estos otros aminoácidos no son suministrados adecuadamente. Alimentar con alimento balanceado que solo muestra la cantidad de proteína garantizada en el alimento pero no da indicación de los niveles individuales de cada aminoácido.

Damron, B. et al. (2006), menciona que el análisis de aminoácidos es muy costoso y especializado. Para asegurar que los niveles de aminoácidos se cumplan, el nutricionista debe incluir una variedad de alimentos que son buena fuente de proteína. Muchos tipos de ingredientes son necesarios porque un solo ingrediente es una fuente inadecuada de todos los aminoácidos requeridos. La principal fuente de proteína para dietas de pollos son proteínas de origen animal como la harina de pescado y la harina de carne y hueso; y proteínas de plantas como harina de soya y harina de gluten de maíz.

#### **e. Carbohidratos**

Damron, B. et al. (2006), indica que los carbohidratos componen la porción más grande en la dieta de las aves. Se encuentran en grandes cantidades en las plantas, aparecen ahí usualmente en forma de azúcares, almidones o celulosa. El almidón es la forma en la cual las plantas almacenan su energía, y es el único carbohidrato complejo que las aves pueden realmente digerir. El pollo no tiene el sistema de enzimas requerido para digerir la celulosa y otros carbohidratos complejos, así que se convierte parte del componente fibra cruda. Los

carbohidratos son la mayor fuente de energía para las aves, pero solo los ingredientes que contengan almidón, sucrosa o azúcares simples son proveedores eficientes de energía. Una variedad de granos, como el maíz, trigo y milo, son importantes fuentes de carbohidratos en las dietas para pollos.

El grupo de los hidratos de carbono está formado principalmente por azúcar, almidón, dextrina, celulosa y glucógeno. Los más sencillos son los azúcares simples o monosacáridos, que contienen un grupo aldehído o cetona. Un disacárido tiene dos moléculas de azúcar simple. Los polisacáridos son enormes moléculas formadas por uno o varios tipos de unidades monosacáridos. Al consumirlos los animales, los carbohidratos sirven como fuente de calor y energía, y todo exceso se almacena en el cuerpo como grasa.

Saviezo, D. (1997), describe que en los animales, tales como el caballo y el conejo, con poblaciones microbianas voluminosas en la porción inferior del tubo gastrointestinal, la fermentación anaeróbica del almidón y de la celulosa producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico) que se utilizan para suministrar gran parte del aporte energético total al animal huésped. Los carbohidratos ingeridos por los animales monogástricos se hidrolizan en el intestino delgado y se absorben como monosacáridos por medio del transporte activo, principalmente en el duodeno y en el yeyuno. Una vez absorbidos los glúcidos por la pared intestinal, pasan a la sangre, llegando por la vena porta al hígado, donde son polimerizados en forma de glucógeno, el cual para ser utilizado por el organismo ha de ser convertido en glucosa. También se forma glucógeno en el músculo, que sirve para una provisión local, ya que, ante una necesidad inmediata, proporcionará glucosa al músculo.

#### **f. Grasas**

Saviezo, D. (1997), indica que son la fuente más poderosa de energía en las raciones. Son sustancias orgánicas heterogéneas cuyo carácter químico más común es el de contener uno o más radicales de ácidos grasos en su molécula, siendo ésteres de ácidos grasos y alcohol. Al igual que los hidratos de carbono, son compuestos ternarios de C, H y O. La grasa cruda en los alimentos es el residuo no volátil que queda después de evaporar en estufa el extracto obtenido

por la acción del éter anhidro sobre el alimento, hasta el agotamiento. En este extracto etéreo figuran todas las sustancias solubles en los disolventes de las grasas, esto es, las grasas verdaderas (glicéridos), ácidos grasos, céridos, esteroides, pigmentos, etc., pero esta fracción, que no es grasa verdadera, contiene elementos de gran valor nutritivo, como los esteroides, carotenos, vitaminas liposolubles, etc., la cifra obtenida de grasa bruta o extracto etéreo sirve en la práctica como valor grasa de un alimento. Las grasas y aceites son ésteres de ácidos grasos puros de glicerol, llamados por esta razón triglicéridos. Las grasas son aquellos ésteres del glicerol que están en estado sólido, mientras que los aceites son los que están en estado líquido a temperatura ambiente (climas templados).

Saviezo, D. (1997), describe que la definición del término lípido se refiere a todas las sustancias de los alimentos o tejidos que son extractables por el éter, incluyendo a las grasas y aceites. La utilización de los lípidos en el organismo animal parte con el desdoblamiento y digestión iniciado en el estómago, cuya mucosa forma una lipasa que las ataca hidrolíticamente en medio ácido, formándose ácidos grasos y glicerina. Pero el verdadero ataque de las grasas se realiza por la lipasa pancreática, junto con las sales biliares, las cuales, rebajando la tensión superficial, hacen la emulsión más fina y estable, permitiendo una acción más eficaz de aquel fermento.

La absorción de las grasas se verifica en el intestino bajo la forma de ácidos grasos y glicerina. En la pared intestinal tiene lugar resíntesis de grasas neutras, sufriendo los ácidos grasos alguna modificación, ingresando a la circulación general a través de los vasos linfáticos abdominales.

#### **g. Fibra cruda**

Vílches, C. (2013), indica que la importancia de la fibra cruda es un tema significativo. Desde mucho tiempo atrás se acepta que al formular dietas para especies monogástricas se debe considerar un nivel máximo de fibra cruda; lo contrario sucede en caso de formulación de dietas para poligástricos donde se debe considerar un nivel mínimo de fibra cruda. Lógicamente, la diferencia se

debe a la fisiología digestiva propia de cada especie.

Vílches, C. (2013), describe que en el caso de los monogástricos, la digestión de los alimentos se realiza principalmente por acción enzimática. Sin embargo, en el caso de monogástricos herbívoros, el proceso de aprovechamiento de los alimentos se complementa con un proceso de fermentación. En ello, podemos citar como ejemplos al conejo, al caballo o al cuy. Estos animales si pueden utilizar la fibra cruda a través del proceso de fermentación en el ciego y cuyos productos son los ácidos grasos volátiles.

En cerdos y aves, el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos depende mayormente de la actividad enzimática que ocurre dentro del tracto digestivo del animal, con muy poca actividad fermentativa. Si se toma en cuenta una formula alimenticia para cerdos, se puede observar que aproximadamente el 80 por ciento de la dieta está conformado por dos ingredientes de origen vegetal (maíz y torta de soya), ambos con características particulares (el maíz como fuente energía y la torta de soya como fuente de proteína), sustentado por Vílches, C. (2013).

### **C. ACIDOS GRASOS**

Licata, E. (2014), indica que, los ácidos grasos, componentes más importantes de las grasas, son sustancias químicamente lineales saturadas e insaturadas, con la función carboxilo.

Químicamente, son ácidos orgánicos de más de seis carbonos de largo. Para los ácidos grasos, según su cantidad de carbonos en la molécula, cambia el punto de fusión. A mayor cantidad de carbonos, aumenta su punto de fusión, y viceversa. Así mismo, la presencia de enlaces dobles reduce el punto de fusión. En idéntica cantidad de carbonos a temperatura ambiente, los ácidos grasos insaturados son líquidos, y los saturados son sólidos.

## **1. Ácidos grasos saturados**

Licata, E. (2014), manifiesta que, son el Acético, Butírico, Capróico, Caprílico, Cáprico, Laurico, Mirístico, Palmítico, y Esteárico y en la vida cotidiana vienen dadas en las grasas animales, y en algunos vegetales, desde el punto de vista de la salud humana son aquellos que estimulan o favorecen los procesos aterogénios que derivan en las isquemias, tiene un efecto negativo, ya que pueden elevar la tasa de colesterol plasmático y deprimir los niveles de colesterol HDL (llamado bueno)

## **2. Ácidos grasos insaturados**

Licata, E. (2014), manifiesta que, en el Oleico, Linoléico, Araquidónico, EPA y DHA, y en el uso cotidiano vienen en los aceites de origen vegetal, en pescados y mariscos (con los Omega 3), los cuales son importantes debido a sus efectos benéficos para la salud humana.

### **a. Monoinsaturados**

Licata, E. (2014), son aquellos ácidos grasos de cadena carbonada porque poseen una sola insaturación en su estructura, es decir, poseen un solo doble enlace carbono-carbono. Un ejemplo de este tipo de ácidos es el ácido oleico presente en casi todas las grasas naturales, llamado comúnmente omega 9. Los ácidos grasos monoinsaturados influyen en la tasa de colesterol en la sangre. Sirven para reducir el 'colesterol malo' (colesterol LDL) y para aumentar el 'colesterol bueno' (colesterol HDL).

### **b. Poliinsaturados**

Licata, E. (2014), De la familia de los omega 6 encontramos el ácido linoleico y el ácido araquidónico (AA), de la familia de los omega 3 encontramos el ácido linolenico, el ácido eicosapentaenoico (EPA), y el ácido decosaheptaenoico (DHA). Dentro de este grupo encontramos exclusivamente los ácidos grasos que son esenciales para nuestro organismo como son el ácido linoleico y el ácido



linolenico se denominan omega 3 y omega 6 respectivamente.

### **c. Ácidos grasos omega-3**

Luengo, E. (2012), indica que Los ácidos grasos Omega-3 son un tipo de grasa poliinsaturada (como los omega-6), considerados esenciales porque el cuerpo no puede producirlos. Por lo tanto, deben incorporarse a través de los alimentos, tales como el pescado, los frutos secos y los aceites vegetales como el aceite de canola y de girasol.

### **d. Fuentes omega 3**

Luengo, E. (2012), Encontramos en canola, soja, nueces y semillas de lino, pescados aceitosos; por ejemplo, arenque, caballa, salmón y sardina, también se obtienen mediante fermentación de algas.

### **e. Beneficios presentan para la salud**

Luengo, E. (2012), indica que corrigen los desequilibrios en las dietas modernas que acarrear problemas de salud. Una alimentación rica en ácidos grasos omega-3 puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades crónicas; por ejemplo, enfermedades coronarias, accidentes cerebrovasculares y cáncer; también reduce el colesterol LDL o "malo".

### **f. Ácidos grasos omega-6**

Luengo, E. (2012), indica que los ácidos grasos omega-6 también son una grasa poliinsaturada, esencial para la salud porque el cuerpo humano no puede producirlos. Por esa razón, deben incorporarse a través de los alimentos, tales como las carnes rojas y de aves, los huevos, las frutas secas y los aceites vegetales como el aceite de canola y de girasol.

### **g. Fuentes**

Se encuentran en el aceite de soja, maíz, cártamo, girasol, maní, semilla de algodón y fibra de arroz, aceite de maní, carnes rojas, huevos, productos lácteos.

### **h. Beneficios presentan para la salud**

La mayoría se incorporan a la dieta a través de los aceites vegetales; por ejemplo, el ácido linoleico. Un excesivo consumo de este ácido puede producir inflamación y causar enfermedades coronarias, cáncer, asma, artritis y depresión.

### **i. Ácidos grasos omega-3 y omega-6: creando el equilibrio**

Luengo, E. (2012), describe que en una dieta equilibrada en omega-3 y omega-6, ambas sustancias pueden trabajar en conjunto para beneficio de la salud. El consumo de estos ácidos sin un correcto equilibrio y de ácidos grasos omega-6 en forma excesiva produce inflamación y puede contribuir al desarrollo de enfermedades; por ejemplo, de índole coronaria, cáncer y artritis. En una dieta saludable la proporción de ácidos omega-6 debería ser aproximadamente dos a cuatro veces mayor que la de omega-3.

En una típica dieta norteamericana la proporción de ácidos grasos omega-6 puede ser 11 a 30 veces mayor que la de omega-3; facilitando el aumento en la tasa de trastornos inflamatorios en los Estados Unidos, menciona en Luengo, E. (2012).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

En la presente investigación se desarrolló en las instalaciones del Unidad de Investigación Avícola de la Escuela de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la ESPOCH, ubicada en la Panamericana Sur km 1½ de la ciudad de Riobamba.

Las condiciones ambientales que presenta el lugar dónde se realizó la investigación son las siguientes (cuadro 5).

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

PARÁMETROS	VALORES
Temperatura ( °C)	6 – 12
Humedad relativa (%)	65
Precipitación anual (mm/año)	500-1000

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. (2008).

La cuál se realizó en un período de 150 días (20 semanas aproximadamente).

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales que se utilizaron en el presente trabajo fueron conformados por 200 aves de 19 semanas de edad, distribuidos en tres niveles de linaza frente a un tratamiento control con cinco repeticiones, dándonos un total de 20 unidades experimentales.

#### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales y equipos que se utilizó en la investigación fueron los siguientes:

## 1. De Campo

- Desinfectantes
- Palas, escobas.
- Vacunas
- Termómetro
- Balanza
- Cinta métrica
- Calculadora
- Registros
- 200 pollitas de la línea Lohmann Brown
- Alimento Balanceado
- Cámara fotográfica
- Overol
- Carretilla
- Abanico de Roche
- Cajas Petri

## 2. Instalaciones

Se utilizó un galpón de la Unidad Académica de Investigación Avícola ubicada en la ESPOCH, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela de Ingeniería Zootécnica, y posteriormente para el análisis de resultados se lo realizó en los siguientes laboratorios:

Los análisis del Perfil Lipídico de los huevos se realizaron en el Laboratorio de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

El análisis Bromatológico del *Linum usitatissimum* (linaza) se llevó a cabo en el SEIDLA (Servicio Integral de Laboratorio), ubicado en el sector Cdla. Rumiñahui Quito – Ecuador.

El análisis sabor de la masa de huevo se realizó en la Planta Procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, en donde se encuentra ubicado el Panel de Cata para llevar a cabo este análisis.

El análisis de color de la masa del huevo se realizó en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, con la ayuda del abanico colorimétrico.

#### **D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se evaluó el efecto de tres niveles de Linaza (5, 10 y 15 %), frente a un tratamiento control, con cinco repeticiones cada uno, los cuales se analizaron bajo un Diseño Completamente al Azar el mismo que se ajusta al siguiente modelo nivel aditivo:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media General

$T_i$  = Efecto de los tratamientos experimentales

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental

##### **1. Esquema del Experimento**

Para la presente investigación el esquema del experimento queda conformado de la siguiente manera como se expone en el cuadro 6.

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel Linaza	Código	Repeticiones	UE	TUE/tratamiento
Control	T0	5	10	50
5 %	T1	5	10	50
10 %	T2	5	10	50
15 %	T3	5	10	50
Total de aves				200

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a ser evaluadas durante el experimento son:

### 1. Productivos.

- Peso inicial y final (kg)
- Ganancia de peso (kg)
- Consumo de alimento (kg)
- Postura (%)
- Mantenimiento del pico de postura (días)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Ancho del huevo
- Peso del huevo (g)
- Largo del huevo
- Peso de la cáscara (g)
- Mortalidad (%)

### 2. Organolépticos.

- Color de la yema
- Sabor de la masa del huevo

### 3. Análisis bromatológico de la linaza.

- Materia seca (%)
- Proteína (%)
- Grasa (%)
- Extracto no nitrogenado (%)
- Cenizas (%)
- Materia orgánica (%)
- Perfil de ácidos grasos omega 3 (%)

### 4. Económicos.

- Relación beneficio costo

## F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los datos fueron procesados en el sistema SPSS versión 2010, para los siguientes análisis, acogiéndose al siguiente esquema del ADEVA, cuadro 7:

- Análisis de la Varianza (ADEVA).
- Separación de medias según Duncan, a los niveles  $P < 0,05$  y  $0,01$ .
- Análisis de Regresión y Correlación

Cuadro 7. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción del experimento.**

En el presente trabajo experimental se utilizaron 200 gallinas de la línea Lohmann Brown de 19 semanas de edad, al inicio de la investigación con un peso promedio de 1700 g, las mismas que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar las cuales fueron alojadas en jaulas metálicas de postura con una densidad de 1 ave por jaula. Cada jaula tiene un área de 0.28m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental fue compuesta por 10 jaulas con 10 aves y fueron rotuladas con el número de tratamiento y repeticiones. Se les sometió a las aves a un periodo de adaptación de siete días para cada tratamiento.

La cantidad de alimento que se les proporciono fue de 113 g/ave/día, los mismos que fueron pesados diariamente y colocados en los comederos lineales todos los días a las 8:00 am, el alimento se suministró una vez al día. Se recolectó el desperdicio de cada tratamiento para ser pesado cada semana. El balanceado se elaboró con anticipación de al menos una semana antes. El suministro de agua fue a voluntad.

Se pesaron a las gallinas al inicio de la investigación y al final (20 semana – 40 semana respectivamente), para lo cual se utilizó una balanza de 5 Kg de capacidad y una precisión de 1g. La producción de huevo se contabilizó diariamente mediante la recolección una vez al día a las 9:00 am. Cada semana se pesaron los huevos por unidad experimental. La mortalidad se controló mediante la observación visual diaria en cada jaula no encontrándose ningún ave muerta durante el tiempo de investigación.



## H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

### 1. **Peso inicial y final (g).**

Al inicio de la investigación se registraron los pesos de las aves (20 semanas de edad) y al final de la investigación (40 semanas de edad). Los pesos de las aves fueron registrados en gramos.

### 2. **Ganancia de peso (g)**

Esta variable se obtuvo por diferencia de pesos, entre el peso final menos el peso inicial

Ganancias de peso (GP) = Peso Final (g) – Peso Inicial (g)

### 3. **Consumo de alimento.**

Esta variable se determinó en base a la cantidad de alimento proporcionado (113 g/ave/día) y tomando en cuenta la cantidad sobrante, el cual fue pesado cada semana.

Consumo de alimento = 
$$\frac{\text{Consumo de balanceado total (Periodo)}}{\text{Numero de aves (Periodo)}}$$

### 4. **Peso del huevo (g).**

Utilizando el método gravimétrico los huevos recolectados fueron pesados semanalmente con la ayuda de una balanza digital, los datos recolectados fueron comparados entre los tratamientos así como también con los pesos de las tablas de la estirpe.

### 5. **Mantenimiento pico de postura (Días).**

Esta variable se determinó contabilizando el número de huevos cuando todas las

aves estuvieron en su máxima capacidad reproductiva y el periodo que se demore este.

## 6. Postura (%).

Es la relación que existe entre el número de huevos recogidos en 24 horas dividido para el total de aves y multiplicado por 100.

$$IP = \frac{PHR}{PHE} * 100.$$

**Donde.**

IP = Intensidad de postura.

PHR = Producción de huevos reales.

PHE = producción de huevos estimados en todo el periodo.

## 7. Grosor de la cáscara (mm).

Con ayuda de un pie de rey, se midió el grosor de la cascara una vez que este se haya liberado del sistema reproductivo de las aves.

## 8. Peso de la cáscara (g).

Utilizando el método gravimétrico, se pesó la únicamente cascara de los huevos.

## 9. Conversión de alimenticia (kg pienso/kg de huevo)

La conversión alimenticia se calculó mediante la relación existente entre el peso del alimento consumido sobre las docenas acumuladas de los huevos.

$$\% CA = \frac{\text{Cantidad de alimento en todo el periodo}}{\text{Docena de huevos producidos}} * 100.$$

## 10. Mortalidad

Se realiza mediante la relación existente entre el número de aves muertas y el total de aves ingresadas al inicio de la investigación. Cabe recalcar en el la presente investigación no se registró mortalidad

## 11. Relación Beneficio / costo

Este cálculo se realizó por medio del indicador Beneficio/costo, en el que se consideran los gastos realizados (Egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de huevos y de la gallinaza, respondiendo al siguiente propuesto:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN**

###### **1. Peso inicial (g)**

Las gallinas Lohmann Brown que se utilizaron en la presente investigación no registraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), debido a que iniciaron las aves con un peso promedio de 1700 g, lo cual atribuye a que en la etapa de cría y levante el manejo fue adecuado existiendo una uniformidad en los pesos. (cuadro 8).

###### **2. Peso final (g)**

Al finalizar la investigación, las gallinas registraron pesos de 1887,80; 1836,00; 1832,80; 1822,00 (g), con 5, 10, 0 y 15 % de linaza, respectivamente, con un error experimental de  $\pm 24,47$ ; valores entre los cuales no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), pesos que se ajustan a la Guía de Manejo de Lohmann Brown. (2004), El peso aproximado de las aves a las 42 semanas es de 1862,00 a 2058,00 g.

Morris, D. (2005), indica que la linaza contiene mayor cantidad de fibra que cualquier otro cereal y por ello es muy aconsejable en dietas para la reducción de peso, para reducir el colesterol y prevenir el estreñimiento, lo mismo que se ve reflejado en algunos pesos por la bondad de las semillas de linaza. cuadro 8

Al ser comparados con los obtenidos por Soria, J. (2008), el peso de las aves que consumieron 110 g de alimento a las 44 semanas fueron de 1959,00 a 2055,00 g y Balseca, S. (2009), señala que las aves a las 45 semanas que recibieron NuproTM en 1, 2 y 3 % alcanzaron pesos de 2010,00; 2015,00 y 1994,00 kg respectivamente, son valores superiores a los alcanzados a nuestra investigación, esto se debe a que estas investigaciones se llevaron a cabo hasta la segunda fase de producción, lo cual se asocia también a la utilización de linaza que según

Cuadro 8: PARAMÉTROS PRODUCTIVOS COMO EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.

Variables	N. Linaza				E.E.	Prob.
	0	5	10	15		
Peso Inicial (g)	1678,29 a	1731,89 a	1701,90 a	1667,38 a	±35,78	0,45
Peso final (g)	1832,80 a	1887,30 a	1836,00 a	1822,00 a	±24,47	0,27
Incremento de peso (g)	154,51 a	155,41 a	134,10 a	154,52 a	±50,14	0,62
Consumo de alimento total (g)	12016,94 a	12021,74 a	11672,06 ab	11493,08 b	±134,04	0,03
Conversión Alimenticia	2,00 b	1,99 b	1,91 b	2,24 a	±0,03	0,0001
% Producción	88,09 a	89,50 a	88,02 a	76,96 b	±1,12	0,0001
Pico de producción (días)	75,60 a	82,60 a	72,80 a	42,00 b	±6,00	0,0001
Producción Huevos/ave	103,06 a	104,72 a	102,98 a	90,04 b	±1,31	0,0001
Peso del huevo (g)	58,49 ab	57,81 ab	59,26 a	56,91 b	±0,45	0,01
Masa Huevo (g)	6029,37 a	6052,68 a	6102,83 a	5124,70 b	±93,56	0,0001
Grosor de la cascara (mm)	0,60 a	0,56 ab	0,59 ab	0,56 b	±0,01	0,02
Diámetro Longitudinal	43,69 a	43,96 a	43,97 a	43,93 a	±0,20	0,42
Diámetro Transversal	56,74 a	57,17 a	56,44 a	56,89 a	±0,40	0,62
Peso de la cascara (g)	7,00 a	6,20 b	7,00 a	7,00 a	±0,10	0,0001
Color de la masa de huevo	5,60 a	6,20 a	6,40 a	6,20 a	±0,27	0,26

Calder, P. (2008), menciona que se debe a su composición química, con gran cantidad de fibra dietética del 30%, ácidos grasos poliinsaturados y fotoquímicos como los lignanos.

### **3. Incremento de peso (g)**

Para la ganancia de peso en gallinas Lohmann Brown entre los tratamientos, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), reportando ganancias de pesos que esta entre 154,52; 154,51 y 134,10 g, para los tratamientos de 15, 0 y 10% de linaza respectivamente seguido por (T1) 5% de linaza con un valor de 155,41g , con un E.E de  $\pm 50,14$ ; tal como se indica en el cuadro 8, resultados que se asumen que la utilización linaza realmente permite que las aves mejoren su conversión de alimento, reflejándose en las ganancias de peso, esto sucede debido a que la linaza ayudan a desdoblar los nutrientes complejos en simples para que estas sean absorbidas a través de las vellosidades de los intestinos y se ubiquen en el organismo (Calder, P. 2008).

Arequipa, Y. (2014), indica que al utilizar soya integral extrusada más tres fuentes de enzimas exógenas en la primera etapa de producción alcanza valores de 106,40 y 116,36 g .los mismos que se encuentran alrededor de los obtenidos en la presente investigación

### **4. Consumo de alimento (g)**

El análisis de varianza del consumo de alimento en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown, registró diferencias significativas ( $P < 0,01$ ), al comparar los promedios de consumo de alimento, en respuesta a la utilización de diferentes niveles de linaza, se reportó según la separación de medias el menor consumo con 11493,08 g, para el tratamiento con 15 % de linaza (T3); y que superó los promedios, del tratamiento T1, T0, T2 con medias de 12021,74; 12016,94 y 11672,06 g; de consumo acumulado en la primera fase de producción, en su orden, con un E.E. de  $\pm 134,04$ , sin inferir significativamente entre estas medias.

Harco, S. (2008), quien fija como estándar para ponedoras en 114 g consumo diario y consumo acumulado en la primera fase de producción está entre los 1723,68 a 1850,00 g de alimento datos superiores a lo encontrado en el trabajo; ésta, sin duda, como consecuencia de la temperatura variada del medio ambiente; con el promedio que corrobora Purina, S.A (2008), quien indica que cuando la temperatura del gallinero desciende por debajo de 12.50 °C una gran cantidad de energía de alimento habrá de convertirse en calor influyendo esto en un mayor consumo.

Para Balseca, S. (2009), realizando el análisis de varianza y separación de medias según Duncan al 5 % con los tratamientos control, 1, 2 y 3 % de Nupro TM se encontraron medias de consumo finalizada la primera etapa de producción de 15197,00 ; 15091,00; 15217,00; y 15053,00 kg de consumo de alimento respectivamente, valor superiores a los de la presente investigación, esto se debe a que la linaza es un producto fibroso y existe mejor digestibilidad por lo que el consumo es inferior, mientras que Vademécum Alltech. (2010), indica que el producto Nupro TM, es derivado del extracto de levadura (no-GM), lo que reduce la mortalidad, consumo de alimento y mejora el retorno económico.

El análisis de regresión (gráfico 1), en el consumo de alimento en la primera fase de producción presentó una línea de tendencia lineal negativa, en el cual señala que cuando se emplea niveles de linaza en la dieta desde 0 a 15 % desciende en 38,425g de consumo, con una correlación alta de 0.6468 g de consumo y un coeficiente de determinación de 37,34%. Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

Consumo de alimento g = 12089 - 38.425 (NL)

## **5. Conversión alimenticia**

Al analizar esta variable presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), reportando factores de conversión alimenticia más eficientes en gallinas Lohmann

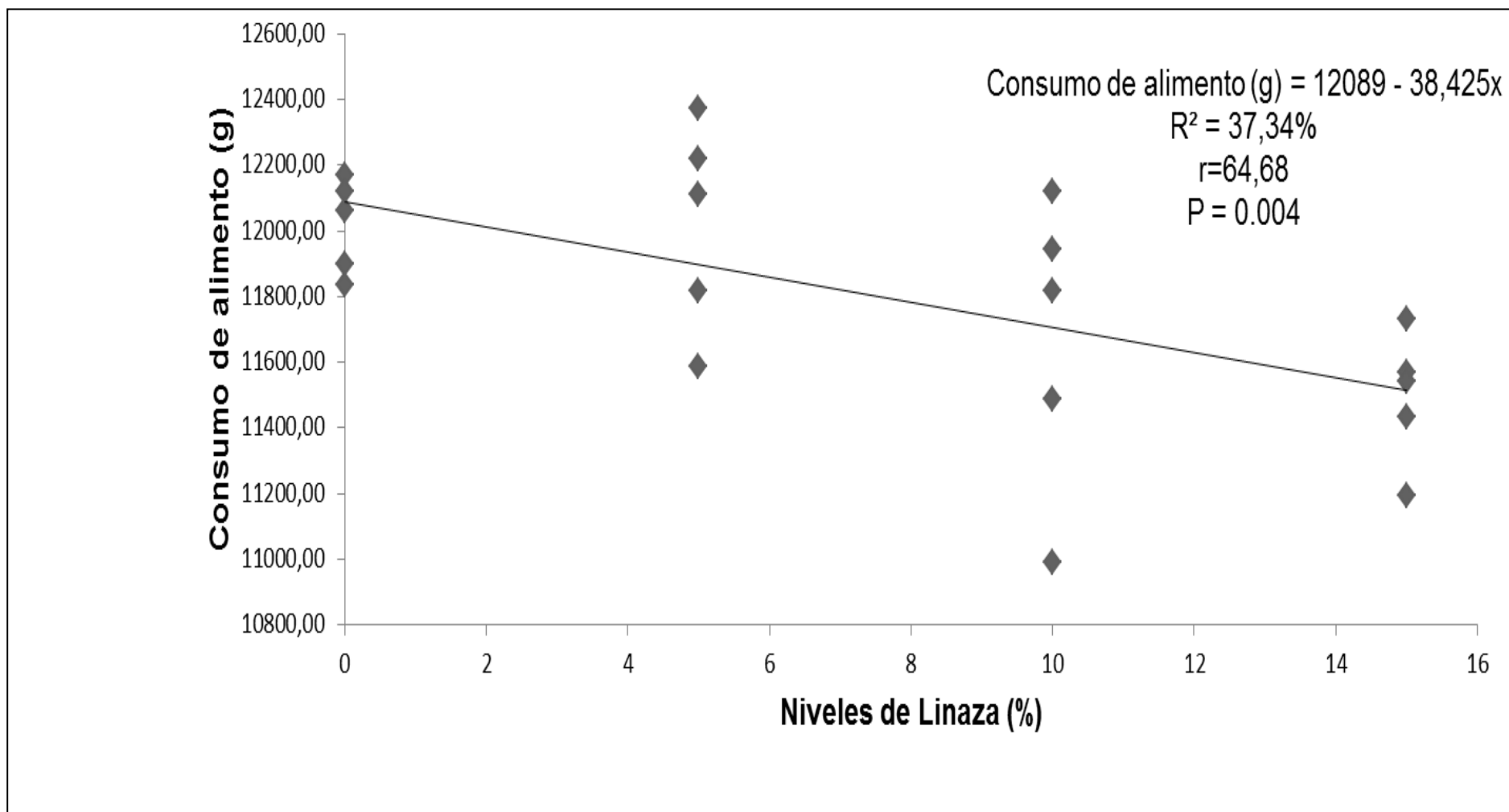


Gráfico 1. Consumo de alimento (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.



Brown con niveles de 10, 5 y 0 % de linaza, mostrando medias de 1,91; 1,99; 2,00 respectivamente, pero resalta el nivel menos eficiente al manejar dietas con 15% de linaza obteniendo una conversión alimenticia de 2,24. Para los cuales presenta un Error Experimental de  $\pm 0.03$

Según la guía de manejo de ponedoras Lohmann Brown. (2004), la conversión alimenticia de estas aves se reporta de 2,1 – 2,2 kg/kg de huevo producido; y Vega ,D. (2007), utilizando una mezcla probiótica en la alimentación de gallinas ponedoras registrando las mejores conversiones empleando 0, 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4% de la mezcla probiótica, obteniendo factores de conversión de 2.47, 2.30, 2.30, 2.31 y 2.32 kg/kg respectivamente de alimento valores que indican ser menos eficientes que en la presente investigación esto se debe a lo indicado por Grupo Cardinal. (2010) que el contenido de los omega-3 en la linaza desempeña una importante misión en la prevención de muchas enfermedades y regulación de funciones metabólicas y fisiológicas de las aves

Al analizar la regresión para esta variable podemos ver que presenta diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), con una línea de tendencia cubica en la que se puede observar que inicia con un intercepto de 1,9954; a medida que se incrementa niveles de linaza de 0 a 5 % existe un aumento de conversión alimenticia de 0,0371; pero al incrementar los niveles de 5 a 10% presenta un decremento de 0,0109 y finalizando con un aumento de conversión alimenticia con la adición de altos niveles de linaza incrementando en un 0,0006. %, (gráfico 2). Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Factor de conversión alimenticia} = 1,9954 + 0,0375 (\text{NL}) - 0,0109 (\text{NL})^2 + 0,0006 (\text{NL})^3$$

## **6. Porcentaje de producción (%)**

Para la variable porcentaje de producción, registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), presentando las mayores producciones al utilizar el tratamiento 5 % de linaza (T1), control (T0) y 10% (T2) de linaza, puesto que se encontró el 89,50; 88,09 y 88,02% de huevos, mientras que en el

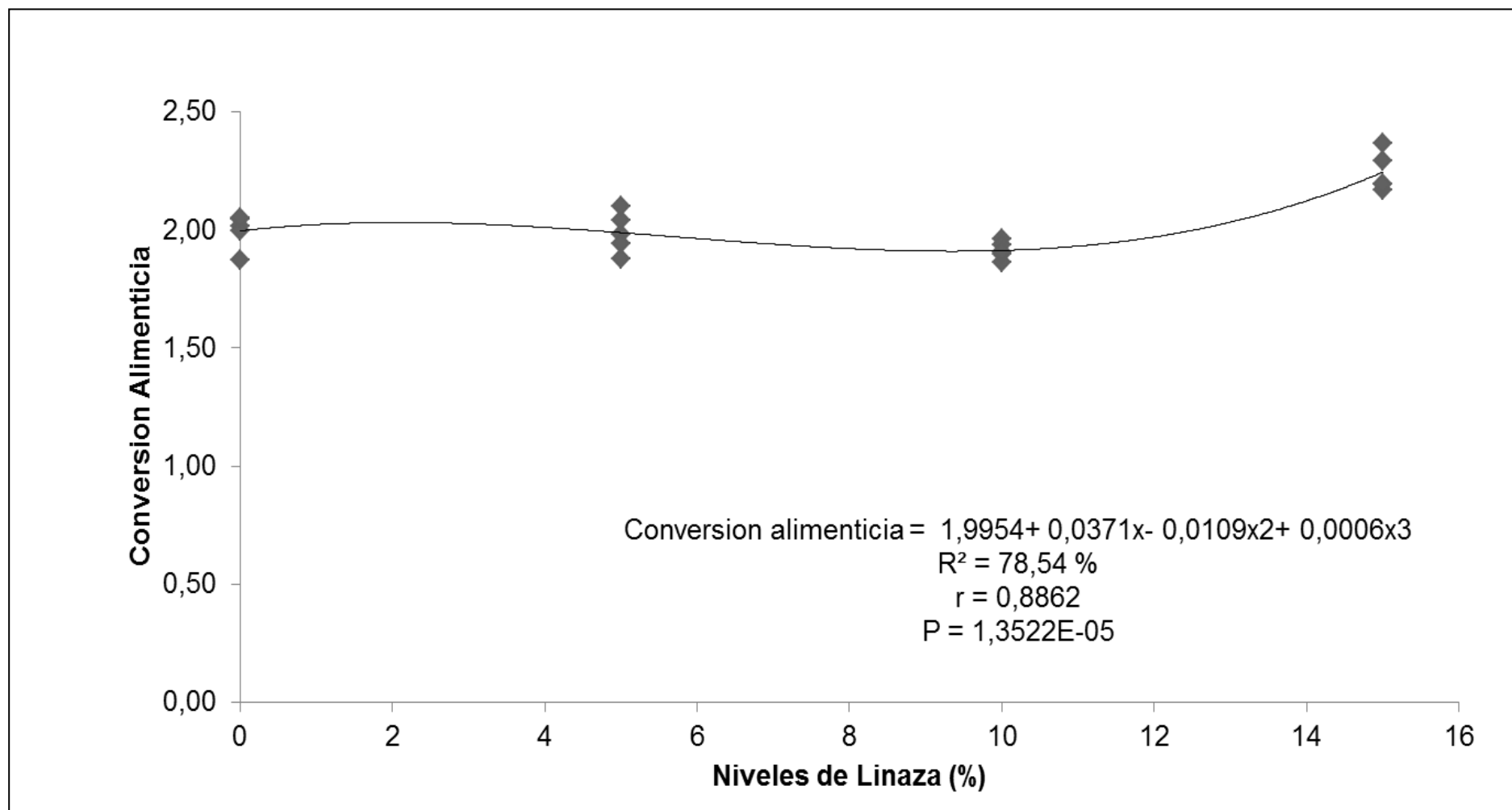


Gráfico 2. Factor de conversión alimenticia, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

tratamiento del 15% de linaza (T3), se obtuvo el menor porcentaje de producción con 76.96 % de producción, con un E.E. de 1,12 determinándose que a mayor porcentaje de linaza utilizada el porcentaje de producción de huevos fue reduciendo, esto posiblemente se deba al contenido de fibra en la linaza.

Datos que al ser comparados con Martínez J., (1999), quien utilizó cuatro tipos de probióticos en la primera etapa de postura en gallinas Lohmann, donde la mayor producción promedio de huevos entre la semana 22 a la 42 de edad, se registró en las aves que recibieron la dieta con la adición de Acid-way alcanzando una producción del 91.20%, Rodríguez, H. (2000), señala que al administrar diferentes niveles de amaranto en la dieta de gallinas Lohmann obtiene su mayor porcentaje de producción de 94% al utilizar 45 % de amaranto en la dieta, valores superiores a los logrados en la presente investigación, esto se deberá a la alta calidad nutricional de las proteínas del amaranto con un contenido de proteína (P.C.) que varía de 11 a 22%, con una alta concentración de lisina indica Bautista, J. (2013).

El análisis de regresión (gráfico 3), en el porcentaje de producción en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown presentó una línea de tendencia cuadrática, en el cual señala que cuando se emplea niveles de linaza en la dieta desde 0 a 5 % asciende en 1,1744% de producción, pero a medida que se incrementa de 5 a 15% desciende en un 0,1248% de producción con una correlación alta de 0.8358 % de producción y un coeficiente de determinación de 81,76%. Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Producción} = 87,752 + 1,1744 (\text{NL}) - 0,1248 (\text{NL})^2.$$

## **7. Mantenimiento pico de postura (días)**

Para la variable pico de postura para gallinas Lohman Brown en la primera etapa de producción, presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), llegando a tener los picos de producción a los 82,60; 75,60 y 72,80 días, en los tratamientos T1, T0 y T2 compartiendo significancia entre los tratamientos, difiriendo con el tratamiento al manejar las aves Lohmann Brown con altos

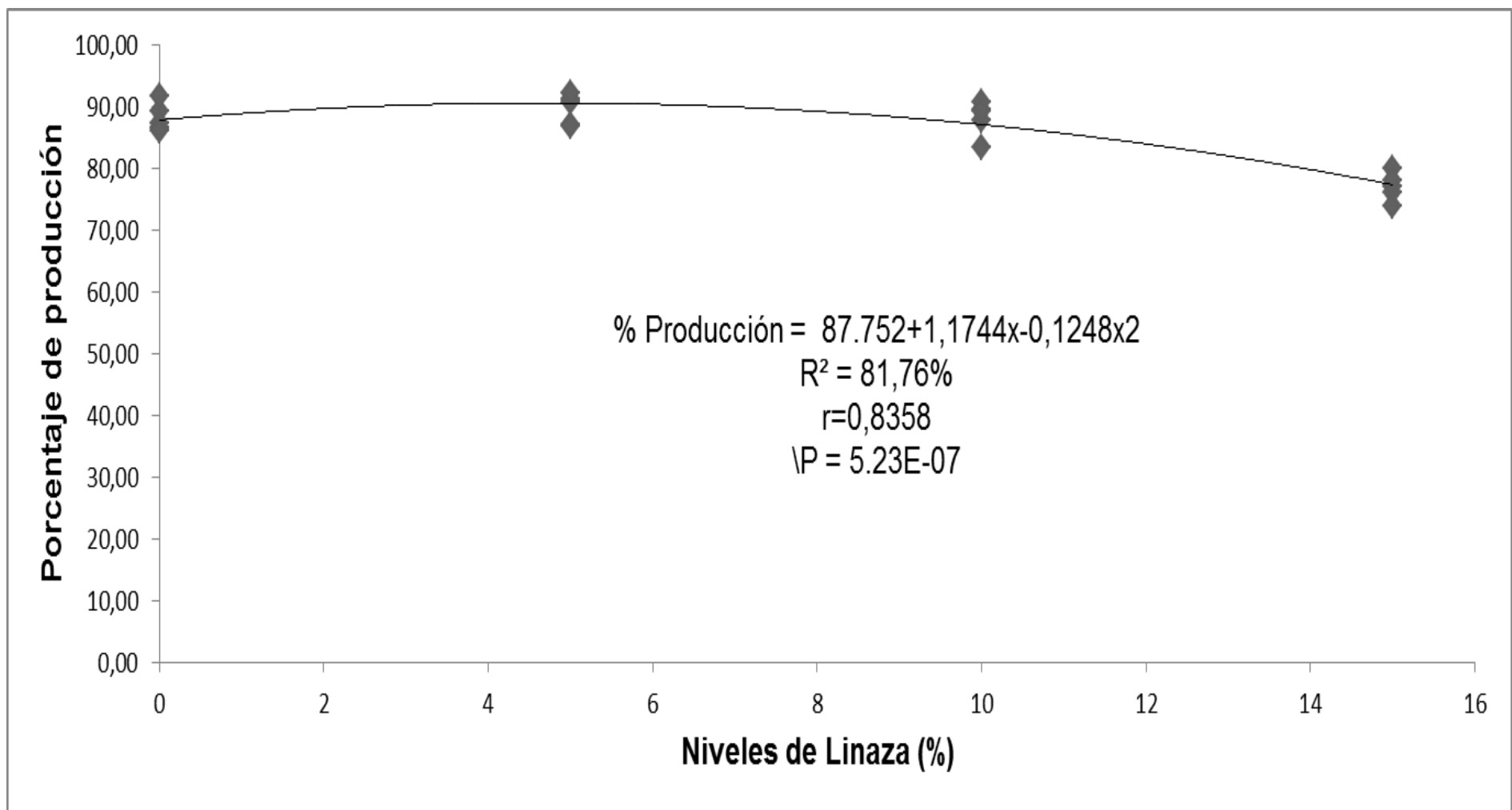


Gráfico 3. Porcentaje de producción (%), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

porcentajes de linaza T3 con un pico de producción de 42,00 días; con un Error Experimental de  $\pm 6,00$  (cuadro 8).

Datos que al ser comparados con los de Rodríguez H. (2000), al manejar gallinas Lohmann en la primera fase de producción, sometidas a diferentes niveles de harina de amaranto no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), presentando un pico de producción de 30 días con un porcentaje de postura 94 % en la primera etapa de producción, pico de producción inferior a la obtenida en la presente investigación esto quizá se deba a lo dicho por Yannakopoulos A, (2005), que la linaza, al ser un producto con alto contenido de fibra tanto soluble como insoluble, no causa ningún efecto en el pico y porcentaje de postura, a diferencia del amaranto por ser un producto con alto contenido proteico mejora parámetros productivos en aves de postura.

En la variable producción de huevos/ave, en el análisis de regresión muestra un probabilidad altamente significativa ( $P < 0,01$ ), (gráfico 4), con una línea de tendencia lineal, empezando con un intercepto de 84,84 días para luego poder descender al usar de los diferentes niveles de linaza en un 2,212 días, con un  $R^2$  de 39,56 % y un valor alto para  $r = 0,7919$ . A lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Pico de producción} = 84,84 - 2,212 (\text{NL})$$

## **8. Producción de huevos/ave**

Para la variable de producción de huevos por ave presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), llegando a tener las mayores producciones en los tratamientos T1, T0 y T2 compartiendo significancia entre ellos con medias de 104,72; 103,06 y 102,98 huevos por ave, mostrando la menor producción de huevos al manejar las aves Lohmann Brown con altos porcentajes de linaza T3 con una producción de 90,04 huevos/ave; con un Error Experimental de 1,31 (cuadro 8) .

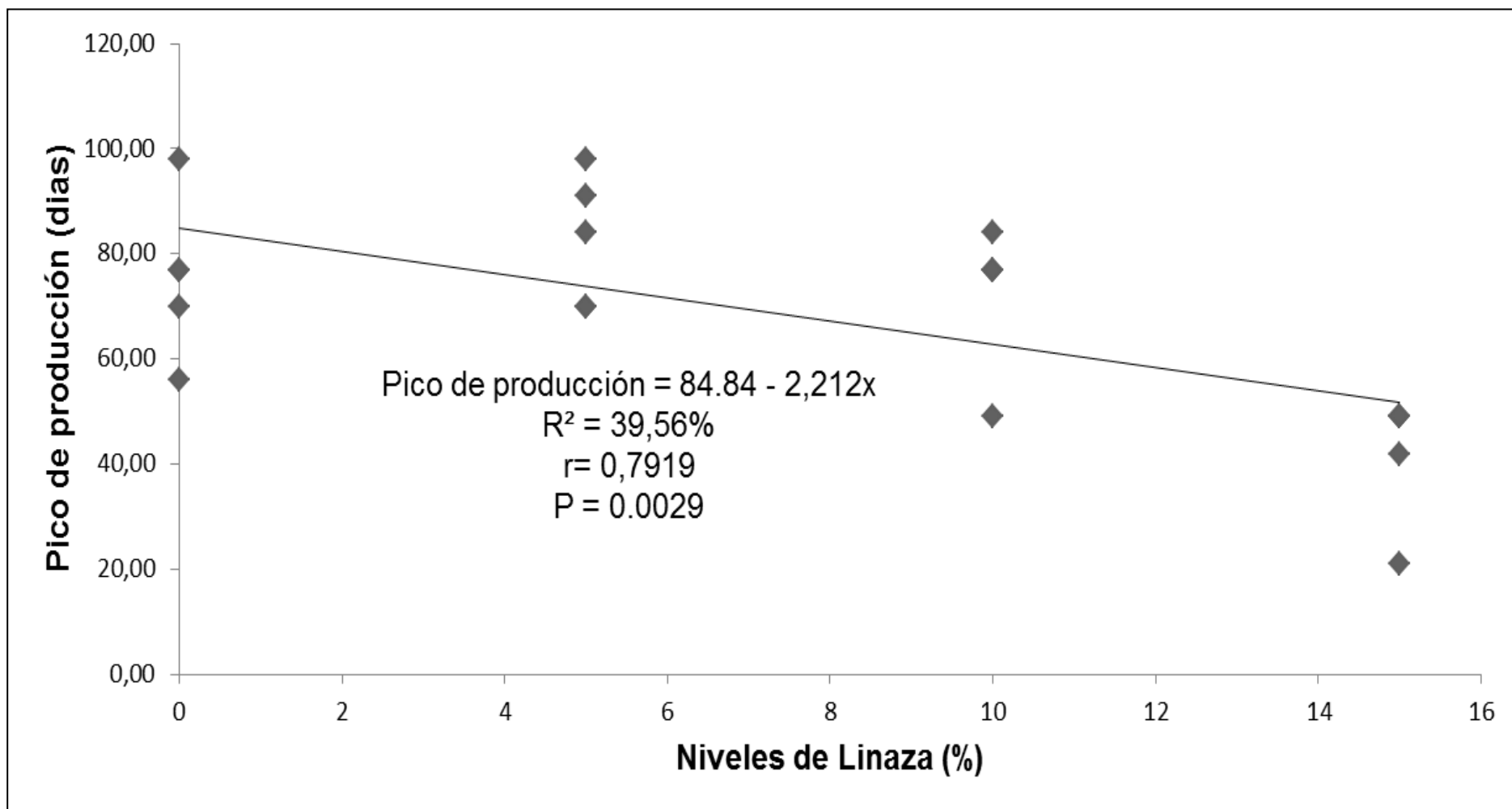


Gráfico 4. Pico de producción (Días), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

Datos que al ser comparados con los de Costales, R. (2009), al manejar gallinas White Leghorn en la primera fase de producción, sometidas a diferentes niveles de vinaza no presentan diferencias estadísticas significativas ( $P>0,05$ ), presentando una producción media de 9,14 docenas de huevos/ave en la primera etapa de producción la misma que representa una producción aproximada de 109,68 huevos/ave, producción superior a la obtenida en la presente investigación esto quizá se deba a lo dicho por Yannakopoulos A, (2005), que la inclusión de linaza, no causan ningún efecto sobre la producción de huevo o el peso del huevo en gallinas ponedoras más bien estarían explicados por varios de los múltiples factores que están asociados con la producción de huevos, entre ellos, la calidad del levante, la concentración de nutrientes en la dieta, la temperatura, el alojamiento, entre otros.

En la variable producción de huevos/ave, en el análisis de regresión muestra un probabilidad altamente significativa ( $P<0,01$ ), (gráfico 5), con una línea de tendencia cuadrática, empezando con un intercepto de 102.67 huevos/ave para luego poder ascender al usar de 0 a 5% de linaza, para descender al utilizar niveles mayores al 5 % de linaza en 0,146 huevos/ave, con un  $R^2$  de 81,76% y un valor alto para  $r = 0,9042$ . A lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Producción de huevos / ave} = 1.374(\text{NL}) - 0.146(\text{NL})^2 .$$

## 9. Peso del huevo (g)

La variable peso del huevo (g), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown presentan diferencias estadísticas significativas ( $P>0,01$ ), siendo el mejor peso de 59,26 g, conseguido en el T2 (10 % de linaza), seguido por los tratamientos T0 (control), T1 (5 % de linaza), con medias de 58,49 y 57,81 g y el menor peso se logró al utilizar en las dietas para gallinas con 15 % de linaza con 56,91 g de peso, con un Error Experimental de 0,01.

Al ser comparados con los señalados por Mantilla, I. y Mejía, J. (2014), al utilizar alimento en pellet para la alimentación de gallinas Lohmann Brown en la primera etapa de Produccion registran su mayor peso de 61,06 g promedio, mientras que

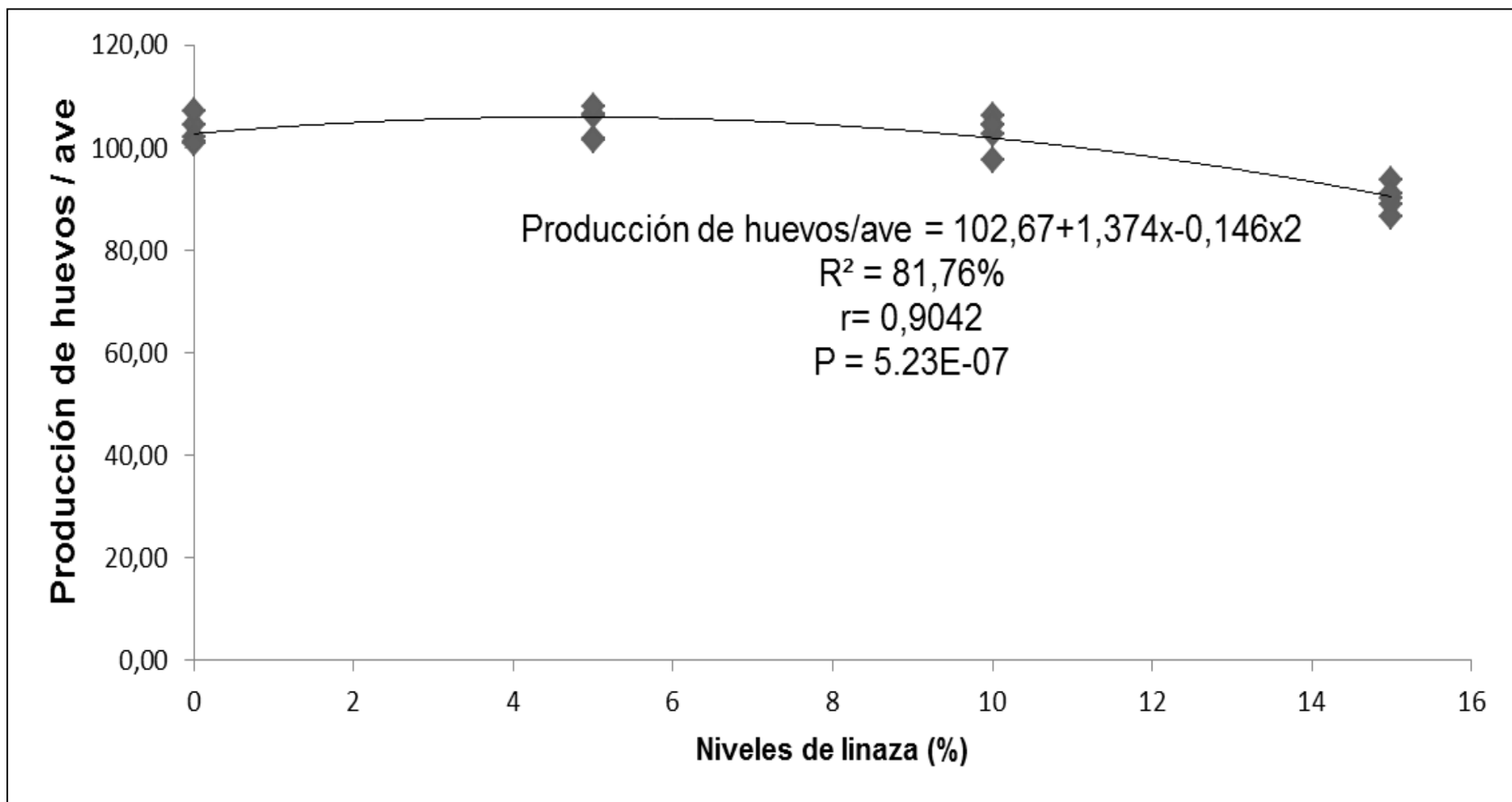


Gráfico 5. Producción de huevos/ave, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.



con la utilización de alimento en polvo obtiene una media de 60,66 g, así también Yépez, P y Lucero, J. (2009), al utilizar en dietas para aves de postura en la primera fase de producción diferentes niveles de harina de guayaba logran pesos del huevo eficientes de 65,81g, pesos que superan a los presentados en la presente investigación quizás esto se deba a lo indicado por Mateo, G. (2005), que el alimento proporcionado en forma de pellet evita que el ave seleccione partículas, teniendo que ingerir el granulo entero donde van concentrado todos los nutrientes en forma uniforme, además de que la guayaba se distingue por su contenido nutricional, se considera de vital importancia la vitamina C por sobre todas las demás frutas, además es rica en calorías, carbohidratos, calcio fosforo y otros, mencionado por Arango, T. (2002).

Al analizar el análisis de regresión gráfico 6, para esta variable muestra diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), mostrando una línea de tendencia cúbica en la cual se observa que al utilizar niveles bajos de linaza existe una baja de peso de los huevo en 0,7463 g, mientras que con valores intermedios existe un aumento de peso en un 0,1617 g para luego con la utilización de niveles altos de linaza existe un decrecimiento del peso del huevo de 0,0079 g por cada nivel utilizado, con un coeficiente de determinación del 47,86 % y un coeficiente de correlación alta de 0,6918. Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso del huevo, (g)} = 58,487 - 0,7463(\text{NL}) + 0,1617(\text{NL})^2 - 0,0079(\text{NL})^3$$

#### **10. Masa del huevo (g).**

La variable masa del huevo en la alimentación de gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción con la utilización de diferentes niveles de linaza presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en la cual la mejor masa del huevo se registró y comparte significancia en los tratamientos T2, T1 y T0 con medias de 6102,83; 6052,68 y 6029,37 g, mientras que la menor masa del huevo se logró en el T3 con un valor de 5124,70 g, con un Error Experimental de  $\pm 93,56$ , (cuadro 8).

Es decir que la mayor masa en el experimento fue de 6102,83 g con la utilización

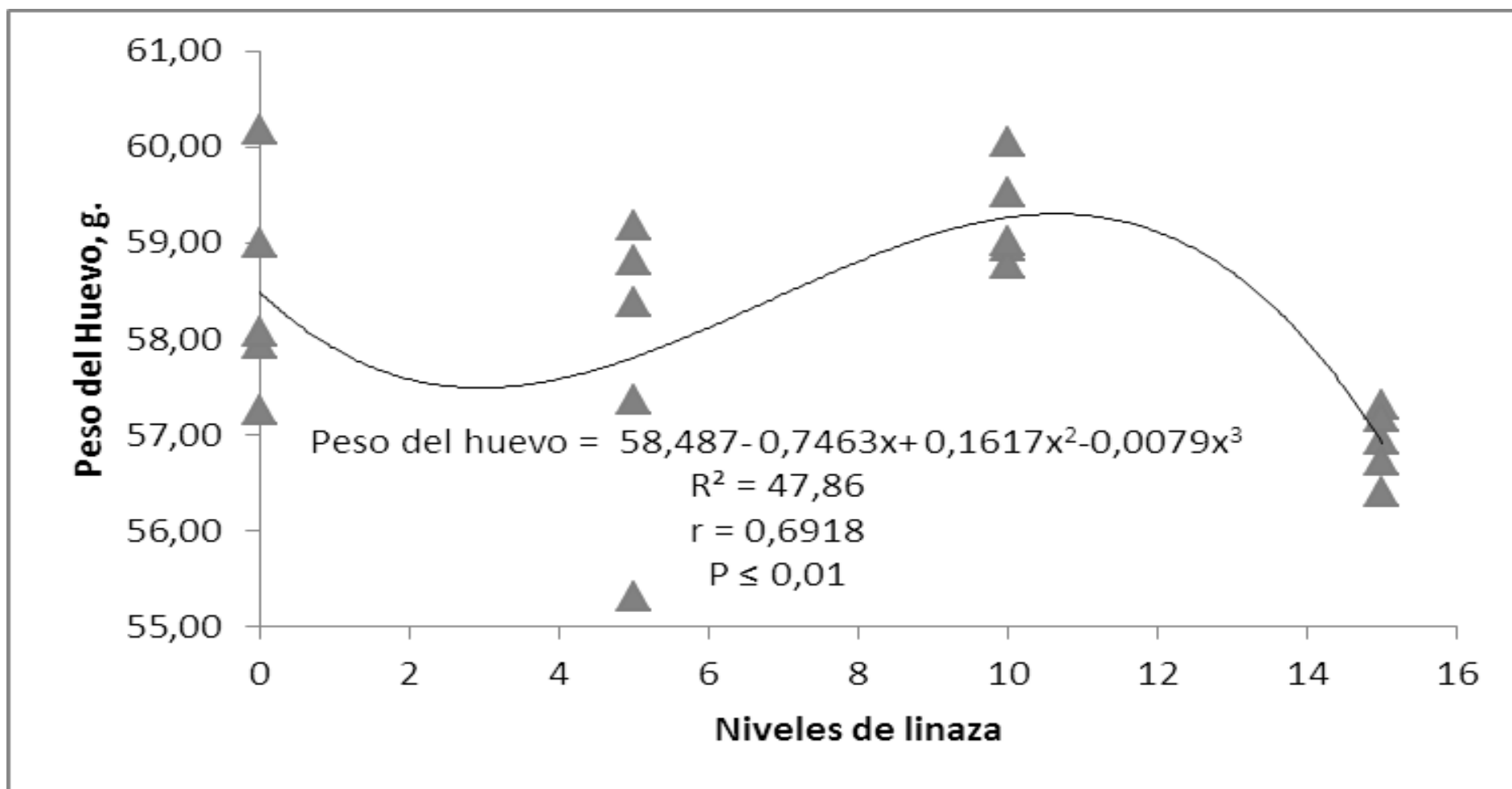


Gráfico 6. Peso del huevos, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

del 10 % de linaza, dato que al ser comparado con los de Costales, R. (2009), consigue la masa total de los huevos producidos por gallinas White Leghorn L33, en la primera fase de producción al utilizar 20ml de vinaza/ave/día en el alimento fue de 4750 g valor menor a los de la presente investigación. Mientras que Yépez, P y Lucero, J. (2009), al manejar gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción con la alimentación de pellet registrando un valor promedio de 8780 g de masa del huevo, esto quizás se deba a lo mencionado por Padilla (2007) y Morris, D. (2005), sostienen que al realizar un cambio en la dieta alimenticia como por ejemplo la variación en proteína bruta, aminoácidos (metionina) y ácido linoleico, se ve reflejando su efecto en el tamaño del huevo. Razón por la cual los niveles evaluados de inclusión de linaza en esta investigación presentan pesos menores debido a la modificación alimenticia producida al adicionar linaza molida en el balanceado.

El análisis de regresión para la variable masa del huevo (g), gráfico 7, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), con una línea de tendencia cuadrática, con un intercepto de 5976,60 g para luego por cada nivel de linaza utilizado de 0 a 10% en la dieta para gallinas en primera fase de producción ascendiendo en 96,939 g, a partir de 10% de linaza existe un descenso en la masa del huevo con 10,01 g, con un nivel de  $R^2$  de 75,57% y un r alto de 0,8696.

Para lo cual se resume en la siguiente ecuación:

$$\text{Masa de huevo (g)} = 5976,6 + 96.939 (\text{NL}) - 10.014(\text{NL})^2$$

### **11. Grosor de la cáscara (mm)**

La calidad de la cáscara en el presente estudio se evaluó de acuerdo al grosor de la misma, determinándose que existe diferencia estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ), así podemos ver que la mejor calidad de cáscara de los huevos en gallinas Lohmann Brown sometidas a diferentes niveles de linaza en las dietas alimenticias se obtuvo en el tratamiento control (T0), con 0,60 mm, seguida por los tratamientos con 10 % y 5 % de linaza con medias de 0,59 y 0,56 mm y

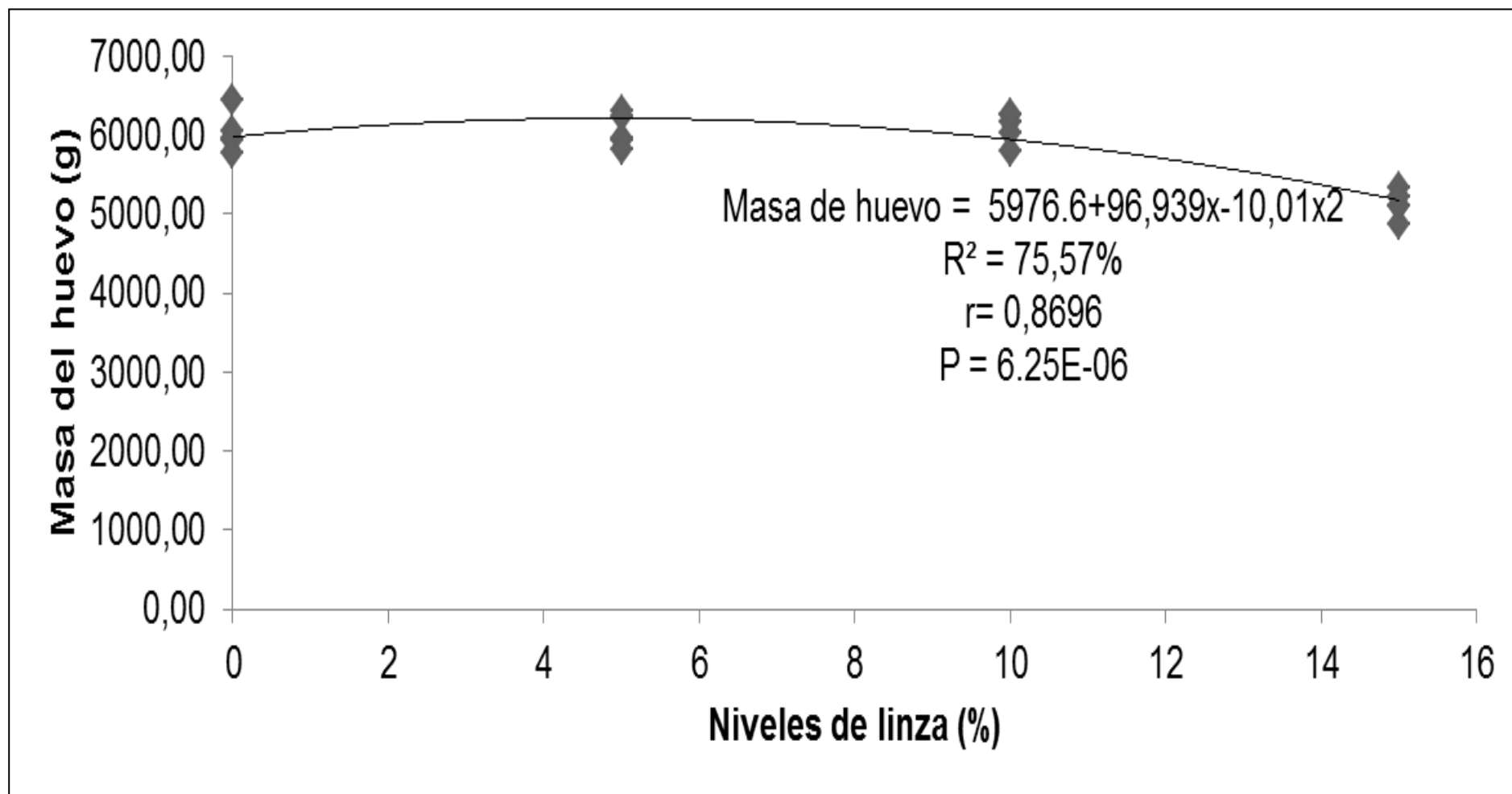


Gráfico 7. Masa del huevo (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

poniéndose como el de menor calidad al aplicar 15% de linaza con 0,56 mm. Con un Error Experimental de  $\pm 0,01$ .

Datos que al ser comparados con los de Costales, R. (2009), manejando gallinas White Leghorn L33 con el uso de diferentes niveles de vinaza logra un grosor de cascar de 0,356mm superando al tratamiento control alcanzado un grosor de la cascara de 0,354mm. Además Navarro, M. (2000), registra su mayor grosor de cáscara en gallinas Isa Brown fluctuaron entre 0,42 y 0,56 mm. Valores inferiores a los determinados en la presente investigación quizá esto se deba a lo mencionado por Plantas Medicinales, (2013), el contenido de magnesio y calcio es de 362 y 199 mg al incorporar linaza en dietas alimenticias para monogástricos los mismos que ayudaran para la formación en este caso del cascaron, el calcio es importante en la producción, ya que de esto depende que pueda asegurarse una provisión de calcio para que la cáscara tenga un grosor capaz de soportar la manipulación y evitar la rotura.

En el gráfico 8, al analizar la regresión podemos ver que presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), con una línea de tendencia cúbica iniciado con un intercepto de 0,6 mm, luego que por cada nivel de linaza de 0 a 5 % va decreciendo en un 0,0242 mm de grosor, con la utilización de 5 a 10 % de linaza existe un aumento en el grosor de la cascara de 0,0041 mm y que con niveles más altos existe un decrecimiento del grosor de la cascara en un 0,0002 con un coeficiente de determinación de 46,45 % y un coeficiente de correlación alto de 0,6815. Para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Grosor de la cascara (mm)} = 0.6 - 0.0242 (NL) + 0.0041 (NL)^2 - 0.0002 (NL)^3$$

## **12. Diámetro Longitudinal (mm).**

En el análisis de varianza para ancho del huevo en gallinas Lohmann Brown sometidas bajo una alimentación de dietas con la adición de diferentes niveles de linaza, no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), y entre los tratamientos se reportó una media de 43,88 mm. con un Error E. de  $\pm 0,20$ .

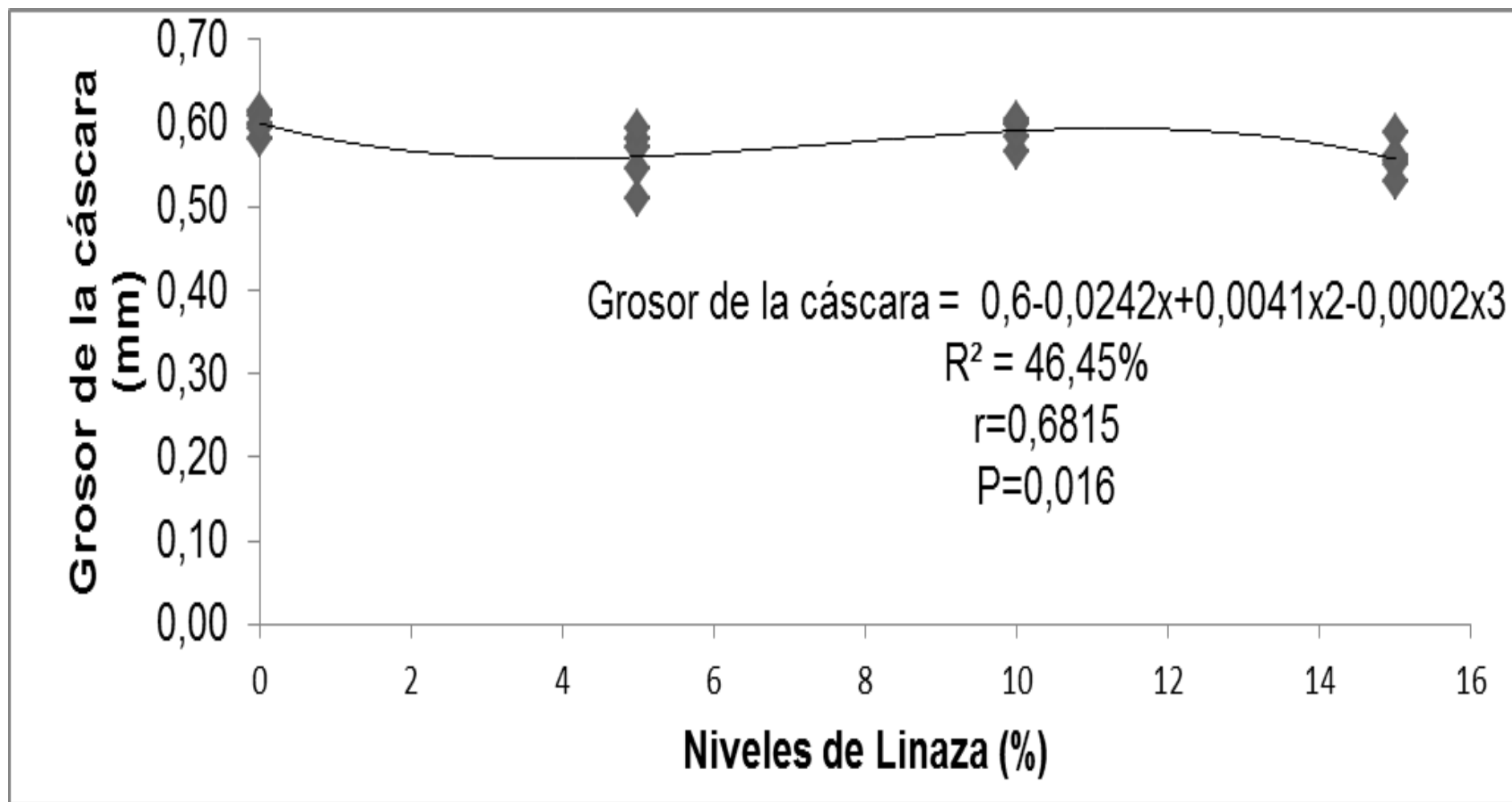


Gráfico 8. Grosor de la cascara (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

Yépez, P y Lucero, J. (2009), al manejar gallinas Lohmann Brown en la primera etapa de Producción logra un ancho del huevo de 4,37 cm al manejar aves con una alimentación con el 2% de harina de guayaba, datos similares a los de la presente investigación.

### **13. Diámetro Transversal (mm).**

En el análisis de varianza largo del huevo (mm), en gallinas Lohmann Brown bajo un sistema de alimentación de dietas con la adicción de diferentes niveles de linaza, no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), entre los tratamientos siendo el mayor largo del huevo en el T1 con un valor de 57,17 mm, seguido por los tratamientos T3, T0 con medias de 56,89 y 56,74 mm, frente al tratamiento T2 el cual logró una media de 57,17 mm., con un Error Experimental de  $\pm 0,40$ .

Al ser comparados con los datos de Yépez, P y Lucero, J. (2009), en aves Lohmann Brown en la primera etapa de producción señala el largo de huevo de 5,98 cm al manejar aves con una alimentación con el 4% de harina de guayaba, datos similares a los de la presente investigación.

### **14. Peso de la cáscara.**

El análisis de varianza para la variable peso de la cascara (g), en gallinas Lohmann Brown bajo un sistema de alimentación de dietas con la adicción de diferentes niveles de linaza, registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P<0,01$ ), entre los tratamientos compartiendo significancia del peso del huevo en los tratamientos T0, T2 y T3, con una media de 7,00 g; frente al tratamiento T1 el cual logró una media de 6,20 g, con un E.E. de  $\pm 0,10$ .

Comparados con los obtenidos por Castillo, R. (2004), al utilizar diferentes niveles de aceite de sardina consigue pesos del cascarón de 9,79 g al adicionar 1,5 % de aceite de sardina en dietas para gallinas Leghorn, además el Manual de Ponedoras Lohmann Brown. (2004), indica que el peso promedio del cascarón es de 9,50 que es un huevo con una buena resistencia, valores que superan a las medias obtenidas en la presente investigación, quizás se deba a lo descrito por

Padilla, F. (2007), al presentar un cambio alimenticio en la dieta diaria, esto se ve afectando a la producción de huevos, además que la linaza actúa como saciante por su contenido de fibra que dan la sensación de plenitud provocando un consumo menor de alimento, lo que repercute en peso del ave, huevo y por ende en el peso de la cáscara.

El análisis de regresión, gráfico 9, muestra una curva de tendencia cúbica, que inicia con un intercepto de 7,00 g, luego que por cada nivel de linaza de 0 a 5 % va decreciendo en un 0,48 g de grosor, con la utilización de 5 a 10 % de linaza existe un aumento en el grosor de la cascara de 0,08 g y que con niveles más altos existe un decrecimiento de un 0,0032 g con un coeficiente de determinación de 80,00 % y un coeficiente de correlación alto de 0,6750. Para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso de la cáscara (mm)} = 7 - 0.48 (\text{NL}) + 0.08 (\text{NL})^2 - 0.0032 (\text{NL})^3$$

## **B. EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DEL HUEVO.**

### **1. Color de la yema de huevo.**

En el análisis de varianza para el color de la yema de los huevos de gallinas Lohmann Brown sometidas bajo una alimentación de dietas con la adicción de diferentes niveles de linaza, analizada por medio del abanico de Roche, no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ).

Costales, R. (2009), al manejar gallinas Leghorn L33, en la primera etapa de Producción logra una pigmentación de 11,45 puntos al manejar aves con la adición de vinaza en la dieta. Pero se ha de tener en cuenta que el color está muy influenciado por las materias primas utilizadas para la formulación de dietas para la alimentación de las gallinas, Cuadro 8, para lo que Ortiz, M. (2009) menciona existen factores que favorecen a la pigmentación como es el caso de los antibióticos, antioxidantes y arsenicales presentes en el balanceado así mismo hay factores que afectan negativamente a la pigmentación como son las altas.



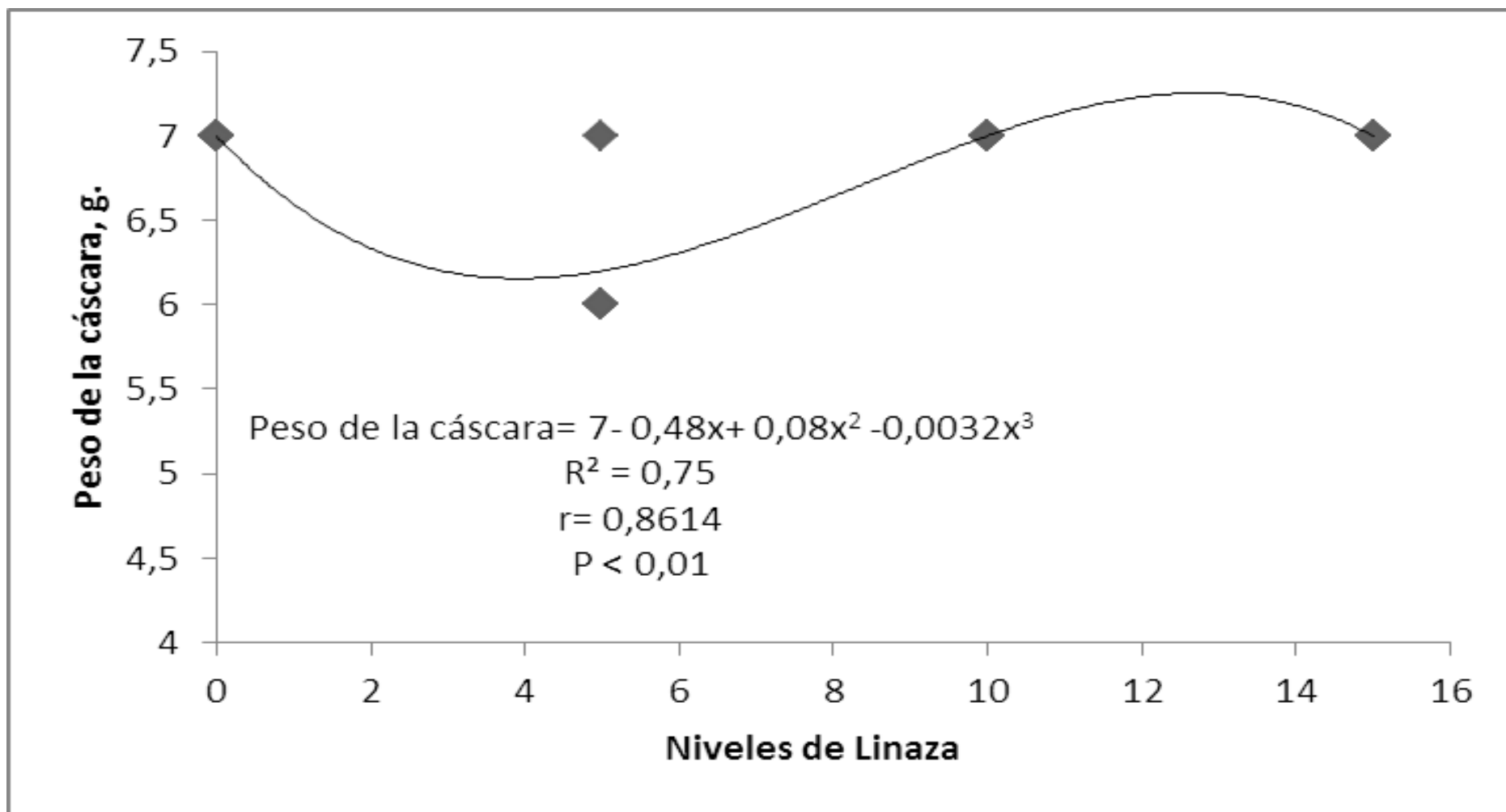


Gráfico 9. Peso de la cascara (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

temperaturas, enfermedades respiratorias , cabe recalcar que el maíz en forma natural proporciona zeaxantina, 30%, criptoxantina color yema amarilla anaranjada, pero esto puede ser modificado con la adición de pigmentantes sintéticos como es el caso de la Cataxantina que da una coloración rojiza el cual es recomendado para gallinas ponedoras.

## **2. Sabor del huevo**

El análisis organoléptico del huevo de gallina Lohmann Brown bajo una alimentación de dietas con la adicción de diferentes niveles de linaza, se realizó mediante el método triangular, para el cual no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), entre los 18 catadores sometidos a la degustación obteniéndose los siguientes resultados, acierto 2, y desaciertos 16. Entre las degustaciones, cuadro 9.

A lo que se puede asumir que la linaza no es un factor que influya en el sabor del huevo, como otros aditivos como el aceite de sardina que influye directamente en el sabor dándole una calificación no aceptable en el mercado confirmado en su investigación Castillo, R. (2004).

## **3. Análisis de Ácidos Grasos**

En cuanto al análisis de ácidos grasos se pudo evidenciar de acuerdo a los datos reportados por el laboratorio de Alimento de la Universidad del Ecuador que el mejor tratamiento en cuanto a los ácidos grasos Omega 3 y omega 6 se pudo observar para el 15% (T3), con 1,8288% de ácidos poliinsaturados, frente al valor más bajo reportándose el valor de 2,36 % para el tratamiento testigo (T0). En cuanto al contenido de ácidos grasos trans se pudo observar que el mejor resultado se reportó para el tratamiento 10% (T3) con 0,45312% frente al más bajo que es el tratamiento testigo (T0) con 0,56500 cuadro 10.

Cuadro 9. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO MEDIANTE EL MÉTODO TRIANGULAR, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE LINAZA EN LAS DIETAS DE GALLINAS LOHMANN BROWN EN LA PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN.

Catadores	Muestras		
1	497 (A)	352(A)	841(B)
2	352 (A)	497(B)	841(A)
3	841 (B)	352(A)	497(A)
4	497 (B)	841(B)	352(A)
5	352 (B)	841(A)	497(B)
6	841 (B)	497(B)	352(A)
7	497 (A)	352(A)	841(B)
8	352 (A)	497(B)	841(A)
9	841 (B)	352(A)	497(A)
10	497 (B)	841(B)	352(A)
11	352 (B)	841(A)	497(B)
12	841 (B)	497(B)	352(A)
13	497 (A)	352(A)	841(B)
14	352 (A)	497(B)	841(A)
15	841 (B)	352(A)	497(A)
16	497 (B)	841(B)	352(A)
17	352 (B)	841(A)	497(B)
18	841 (B)	497(B)	352(A)

*Amarillo: 14 desaciertos.*

*1. Verde: 2 Aciertos.*

*2. Blancos: 2 en blanco.*

**C. ANÁLISIS DE LOS ÁCIDOS GRASOS POR EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN**

El análisis de ácidos grasos se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 10. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN LOS HUEVOS POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE LINAZA EN LAS DIETAS DE GALLINAS LOHMAN BROWN EN LA PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN.

Ácidos Grasos	T0	T1	T2	T3
SATURADOS,%	2,363736	2,692998	2,437165	2,58432
PALMITICO %	2,30	2,27	2,10	2,25
INSATURADOS, %	6,011256	6,168288	6,156715	6,54912
MONOINSATURADO,%	4,808826	4,95264	4,641745	4,72032
POLIINSATURADO,%	1,20243	1,263486	1,51497	1,8288
ACIDOS GRASOS TRANS, %	0,565008	0,518714	0,45612	0,46752

Fuente: Laboratorio de alimentos Universidad Central del Ecuador. (2014).

**1. Ácidos saturados %.**

Los ácidos saturados encontrados en los huevos de las gallinas lohmann brown bajo una alimentación de dietas con la adicción de diferentes niveles de linaza se encuentran valores que van de 2,43; 2,58 y 2,69 con la aplicación de los niveles de linaza T2, T3 y T1 respectivamente, frente a un control con 2,36 con el menor nivel y más eficiente, gráfico 10; debido a que los ácidos grasos saturados estimulan o favorecen los procesos aterogénicos que derivan en las isquemias Ordoñez, A. (2004), gráfico 10.

A lo que añade Licata, E. (2014), que los ácidos saturados, son el Acético, Butírico, Caprónico, Caprílico, Cáprico, Laurico, Mirístico, Palmítico, y Estearico y en la vida cotidiana vienen dadas en las grasas animales, y en algunos vegetales como el chocolate, la palta y el coco. Además afirma Codony, R. (2002), que el valor máximo de ácidos saturados es del 3%.

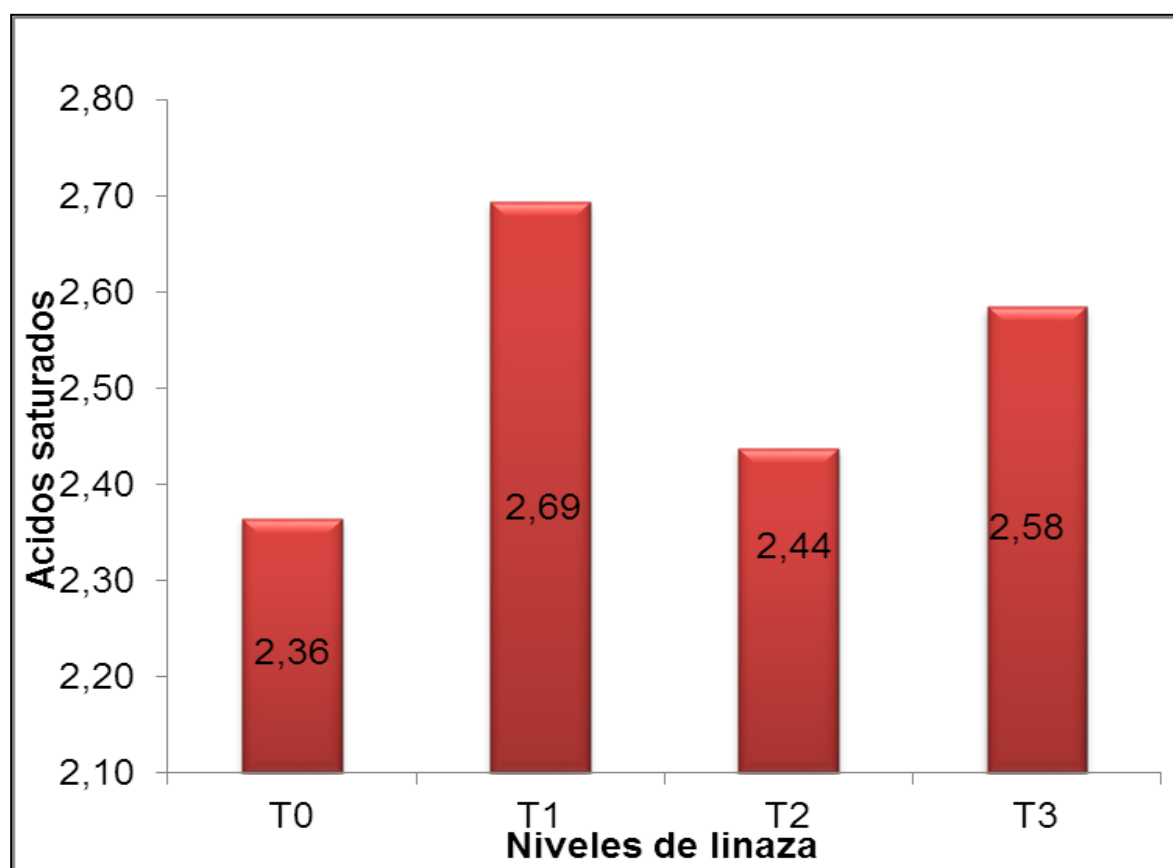


Gráfico 10. Contenido de ácidos grasos saturados, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

## 2. Ácido palmítico, %.

El ácido palmítico presente en los huevos de las gallinas lohmann brown bajo una alimentación de dietas con la adición de diferentes niveles de linaza se encuentran valores que van de 2,27; 2,25 y 2,10 % con la aplicación de los niveles de linaza T1, T3 y T2 respectivamente, frente a un control con 2,30% con el mayor nivel y menos eficiente gráfico 11; debido a que el ácido palmítico es un

ácido graso saturado que su excesivo consumo provoca problemas en la salud de los consumidores Ordoñez, A. (2004).

A lo que señala Organización Mundial de la Salud. (2014), que la evidencia es "convinciente" de que el consumo de ácido palmítico aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, colocándolo en la misma categoría de pruebas en forma de ácidos grasos trans.

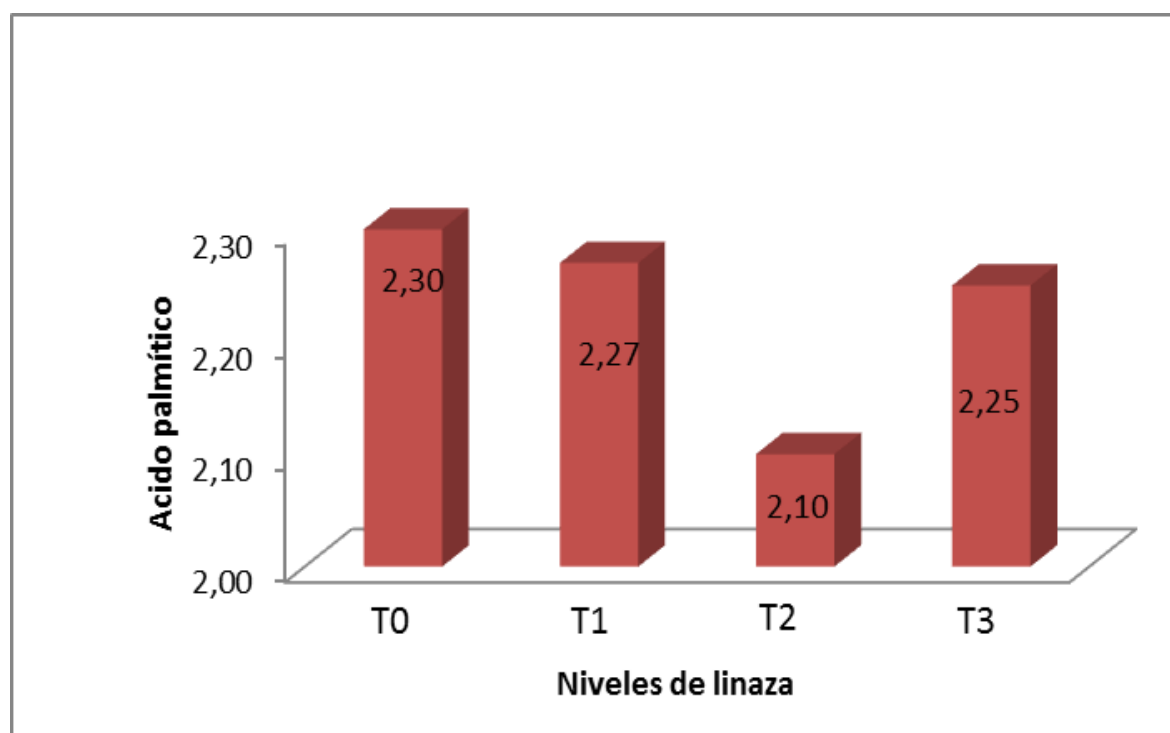


Gráfico 11. Contenido de ácido palmítico, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

### 3. Ácidos Insaturados %

Los ácidos insaturados encontrados en los huevos de gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción con diferentes niveles de linaza, logran valores que van de 6,011; 6,156; a 6,168 con la aplicación de los niveles de linaza T0, T1 y T2 frente al T3 con 6,549 con el mejor nivel ya que a mayor cantidad de ácidos insaturados mejora la calidad del huevo gráfico 12 debido a las bondades para la salud de por su contenido de omega 3.

Describe Licata, E. (2014), manifiesta que, en el ácido linolenico, Linoléico, Araquidónico, EPA y DHA, y en el uso cotidiano vienen en los aceites de origen vegetal, en pescados y mariscos (con los Omega 3), a lo que sustenta Codony, R. (2002), que el valor mínimo de ácidos insaturados es del 6%.

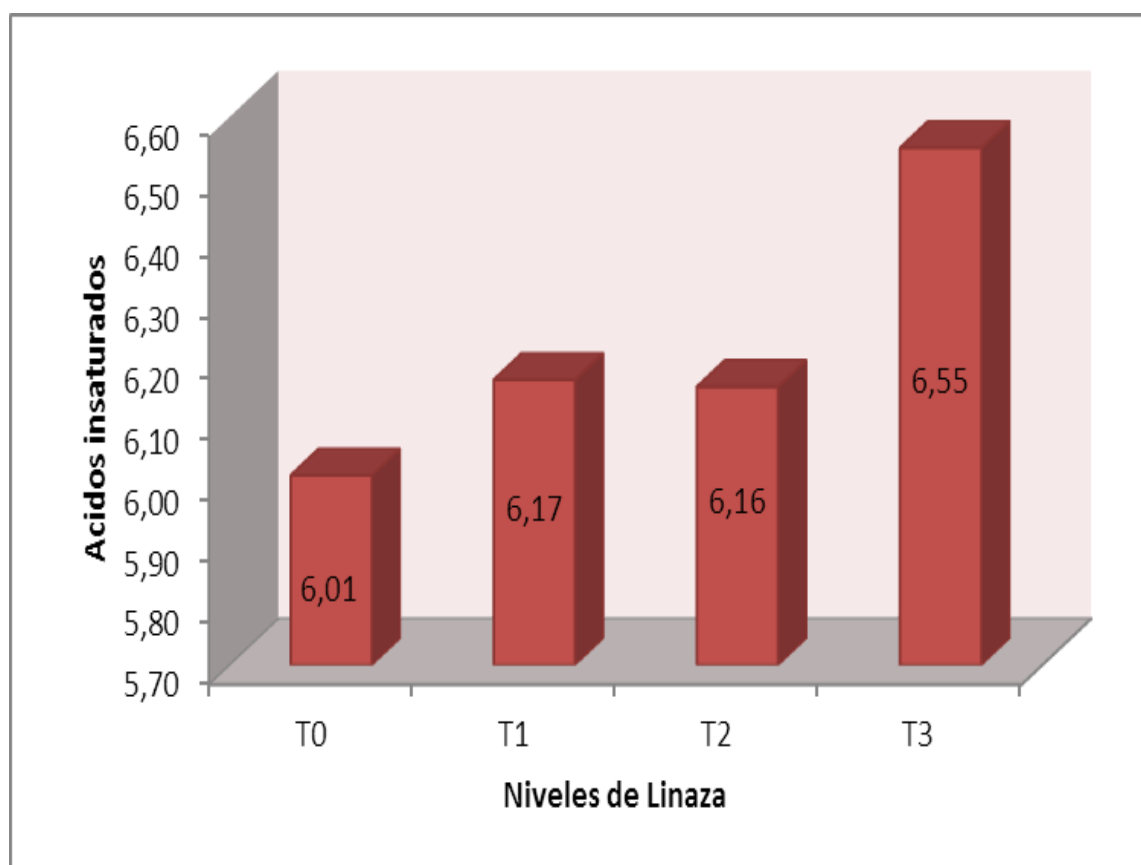


Gráfico 12. Contenido de ácidos grasos insaturados, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### 4. Ácidos monoinsaturados %.

Los ácidos monoinsaturados en los huevos de gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción con diferentes niveles de linaza, logran valores que van de 4,64; 4,72; a 4,808 con la aplicación de los niveles de linaza T2, T3 y respectivamente, frente al T1 con 4,95, lo mismo que quiere decir que al utilizar diferentes niveles de linaza con el 5%, se logra obtener un huevo que esta enriquecido con omega 9 (Ácido oleico). Los cuales influyen en la tasa de

colesterol en la sangre, sirven para reducir el 'colesterol malo' (colesterol LDL) y para aumentar el 'colesterol bueno. Licata, E. (2014), gráfico 13.

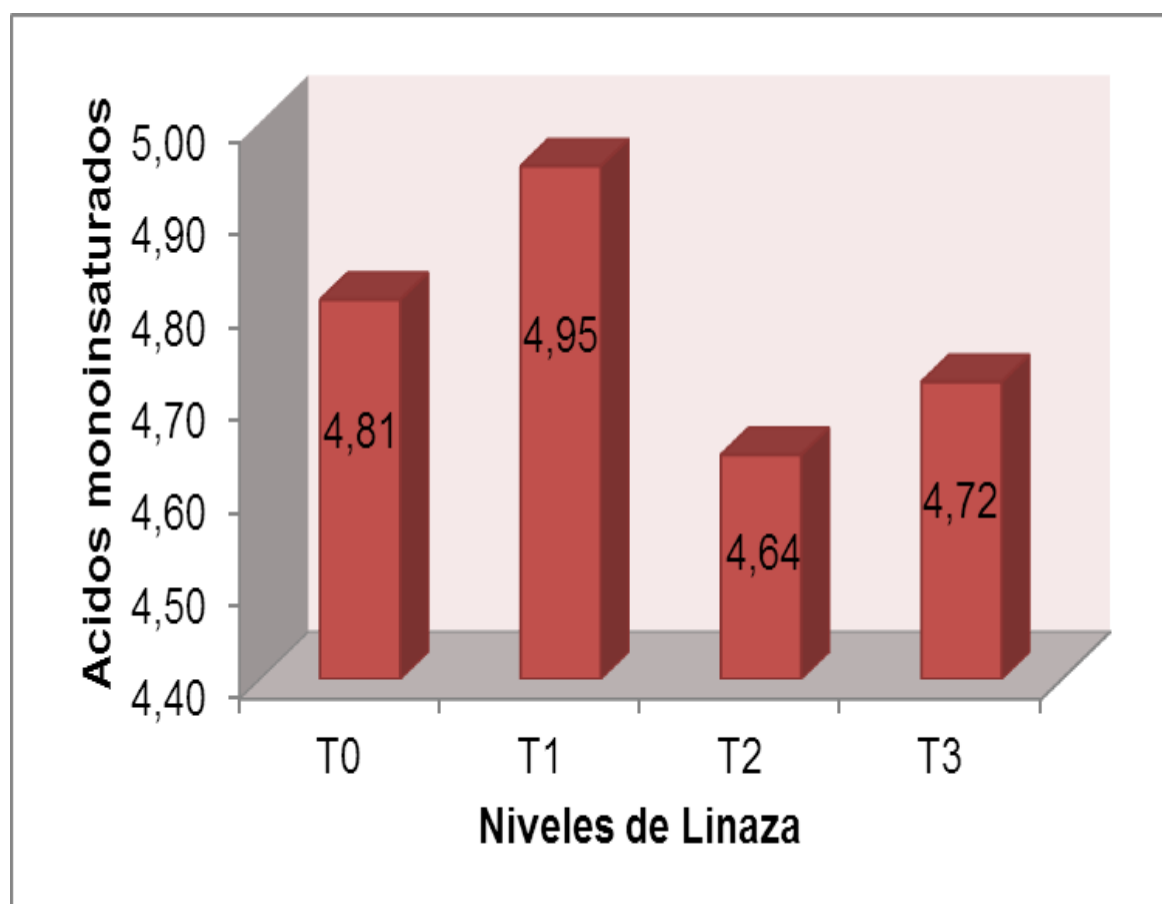


Gráfico 13. Contenido de ácidos grasos monoinsaturados, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

##### 5. Ácidos poliinsaturados %.

Los ácidos poliinsaturados en los huevos de gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción con diferentes niveles de linaza, logran valores que van de 1,20; 1,26; a 1,51 con la aplicación de los niveles de linaza T0, T1 y T2 respectivamente, frente al T3 con 1,82, lo mismo que quiere decir que esta enriquecido con omega 3 y 6 beneficioso para la salud en un contenido no mayor al 2% sustentado por Codony, R. (2002), gráfico 14.



Según Luengo, E. (2012), la mayoría se incorporan a la dieta a través de los aceites vegetales; por ejemplo, el ácido linoleico. Un excesivo consumo de este ácido puede producir inflamación y causar enfermedades coronarias, cáncer, asma, artritis y depresión.

Gráfico 14. Contenido de ácidos grasos poliinsaturados, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

## 6. Ácidos grasos trans %

En el análisis de la variable del contenido de ácidos grasos trans en los huevos producidos por gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción alimentadas con dietas con diferentes niveles de linaza, logran valores que van de 0,565; 0,518; a 0,467 con la aplicación de los niveles de linaza T0, T1 y T3 respectivamente, frente al T2 con 0,456, lo mismo que quiere decir que este es el mejor ya que al ser el valor más bajo es considerable como apto para el consumo, ya que este tipo de ácidos grasos trans son perjudiciales para el consumo del ser humano trayendo consecuencias en el aumento de niveles de colesterol. Codony, R. (2002), gráfico 15.

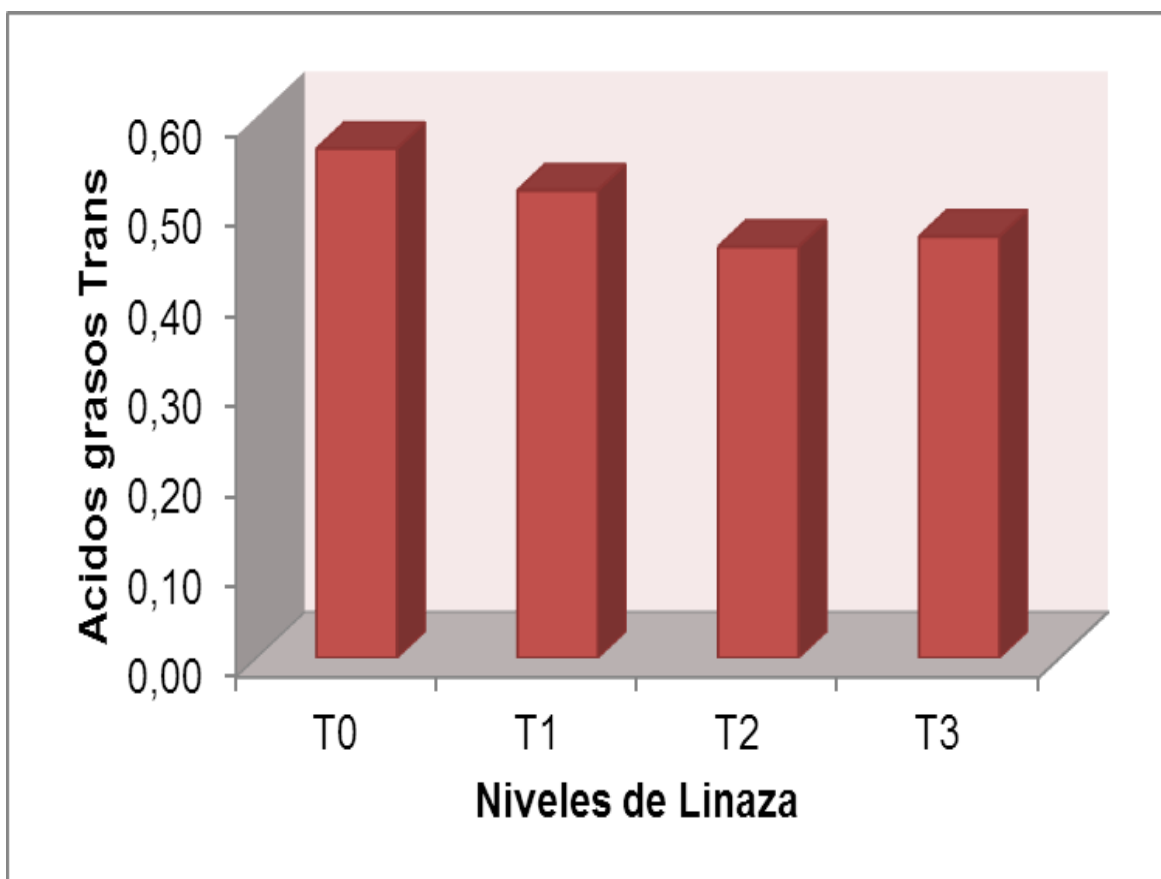


Gráfico 15. Contenido de ácidos grasos Trans, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### **D. ANÁLISIS ECONÓMICO COMO EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN**

##### **1. Costos de producción**

Los costos más altos de producción se registraron al utilizar el tratamiento T3 y el control con los cuales se registraron 299,98 y 299,32 dólares, seguido por el tratamiento T1 con 299,25; mientras que, al utilizar el T2 se registró los costos más económicos puesto que se obtuvo 297,30 dólares americanos, debiéndose estos costos a la cantidad de alimento balanceado consumido por cada grupo de aves en forma acumulada.

## **2. Beneficio / costo**

Dentro de la evaluación económica en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown alimentadas con diferentes niveles de linaza disponible en la dieta, obteniendo el mejor beneficio costo para el grupo tratado con el 5% (T0) de linaza, con un beneficio costo de 1,16 USD, lo que significa que por cada dólar gastado durante la segunda fase de producción de gallinas Lohmann Brown, se obtiene un beneficio neto de 0,16 USD, lo que indica una rentabilidad de 16% seguidos por los tratamientos control, 5 y 10% de linaza disponible en la dieta, con un índice de 1,16 durante el periodo de experimentación, cuadro 11.

Cuadro 11. ANÁLISIS ECONÓMICO COMO EFECTO DEL *Linum usitatissimum* (LINAZA COMÚN), EN LA PRIMERA FASE DE PRODUCCIÓN DE GALLINAS LOHMANN BROWN.

Concepto	Niveles de linaza			
	T0	T1	T2	T3
<b>Egresos</b>				
1. Costo ave	225,00	225,00	225,00	225,00
2. Alimentación	5,41	5,90	6,19	6,55
3. Sanidad	2,00	2,00	2,00	2,00
4. Servicios básico y transporte	10,00	10,00	10,00	10,00
5. Mano de obra	50,00	50,00	50,00	50,00
6. Depreciación de instalaciones	5,00	5,00	5,00	5,00
Total Egresos	297,41	297,90	298,20	298,55
<b>Ingresos</b>				
7. Cotización ave	312,50	312,50	312,5	312,50
8. Venta del abono	20,00	20,00	20,00	20,00
9. Venta de huevos	12,37	12,57	12,35	10,80
Total Ingresos	344,87	345,06	344,90	343,30
B/C	1,16	1,16	1,16	1,15

## **V. CONCLUSIONES.**

Luego de analizar las diferentes variables productivas en gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción, con la utilización de diferentes niveles de linaza en las dietas, se concluye lo siguiente:

1. Los mayores rendimientos productivos se determinaron en las gallinas Lohmann Brown que recibieron 5% de linaza como materia prima en la dieta, encontrándose el tratamiento más eficiente el T1 (5% de linaza), con medias para producción de 102,98 huevos/ave, 6102,83 g de masa del huevo y 1,91 de conversión alimenticia, de igual manera no registraron diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) en las variables peso corporal e incremento de peso.
2. El sabor y la coloración de la masa de huevos producidos por las gallinas Lohmann Brown no se vio influenciado al utilizar diferentes niveles de linaza en la dieta

El efecto del 15% de linaza mejora la concentración de omega 3 y omega 6 en el huevo logrando un valor de 6,549 %.

3. Mediante el análisis económico se determinó que el mayor índice de beneficio costo fue de 1,16 USD en el T1, en las gallinas Lohmann Brown, alimentadas con diferentes niveles de linaza, entendiéndose que por cada dólar gastado se obtuvo 0,16 centavos; a lo que equivale a una rentabilidad del 16 %.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

Luego de analizar las diferentes variables productivas en gallinas Lohmann Brown en la primera fase de producción, con la utilización de diferentes niveles de linaza en las dietas, se recomienda lo siguiente:

1. Investigar el efecto de la linaza en otras etapas de producción de ponedoras Lohmann Brown, con el fin de determinar los rendimientos productivos para cada fase de producción, e incluir análisis de digestibilidad.
2. Se recomienda la linaza como un aditivo para la elaboración de dietas en aves, de postura por su gran contenido de ácidos grasos, lo que significa que obtendremos huevos enriquecidos con omega 3 y omega 6 hasta con el 15% de linaza, mejorando así la calidad alimentaria del hombre.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ÁVILA, E. Y PRO, A 1999 Conceptos básicos de la nutrición de la gallina, XVII, México, Convención Nacional ANECA (pp. 54-63).
2. AMERICAN HEART ASSOCIATION. 2000. AHA dietary guidelines. Revision 2000: A statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. Circulation 102:2296–2311.
3. AREQUIPA, A. 2014. Utilización de soya integral extrusada mas tres fuentes de encimas exógenas en la primera etapa de postura de gallinas lohmann brown, Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Facultad de ciencias pecuarias. Escuela Superior politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador. pp 52, 53.
4. ARANGO, T., F. (2002) Cultivo y aprovechamiento de la guayaba. Tesis LA. Univ. Mal Colombia Facultad de Agronomía, Bogotá. 58 p.
5. BABU, U. S.; WIESENFELD, P. W. 2003. Nutritional and Hematological Effects of Flaxseed. In: Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(ed.) Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn., Champaign, Illinois AOCS Press.(pp. 150-173).
6. BAUTISTA, J. (2013). Diario el Comercio. Utilidades de la linaza. Disponible en <http://www.ultimasnoticias.com>.
7. BALSECA, s. 2009. Utilización del NUPRO™ (nucleótidos, proteínas e inositol), en dietas de gallinas lohmann brown desde el pico de producción hasta las 45 semanas de edad. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Facultad Ciencias Pecuarias – Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.Ecuador. pp. 16, 17.
8. DAUN, J. K.; BARTHET, V. J., CHORNICK, T. L.: DUGUID, S. 2003 Structure, composition, and variety development of flaxseed. In:

Thompson, L.U.; Cunanne, S.C.(eds.). Flaxseed in Human Nutrition. 2nd ed. Champaign, Illinois. AOCS. (pp. 1-40).

9. CONNOR, W. (1996) Omega-3 essential fatty acids in infant neurological development Backgrounder (pp: 1-6).
10. CODONY, R. 2002. Composición y valor nutritivo del huevo. En: Lecciones sobre el huevo, Ed, Instituto de Estudios del Huevo. Madrid, España.
11. FIGUEROLA, F. E.; HURTADO, M. L.; ESTÉVEZ, A. M.; CHIFFELLE, I.; ASENJO, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Food Chemistry 91: 395-401.
12. FAO/OMS (1997) Grasas y aceites en la nutrición humana. Organización Mundial de la Salud.( pp 168).
13. Guía de manejo comercial Hy-Line, West Des Moines, Iowa U.S.A.
14. GRUPO CARDINAL. 2010. TRIPLE OMEGA 3. [En línea]. Consultado 26 jun. 2010. Disponible en [http://www.tripleomega3.es/castellano/importancia\\_de\\_las\\_grasas.htm](http://www.tripleomega3.es/castellano/importancia_de_las_grasas.htm).
15. HALL, C., TULBEK, M.C.; XU, Y. 2006. Flaxseed. Ad. Food Nutr. Res. 51: 2-99.
16. HU, C.; YUAN, Y. V., KITTS, D. D. 2007 Antioxidant activities of the flaxseed lignan secoisolariciresinol diglucoside, its aglycone secoisolariciresinol and the mammalian lignans secoisolariciresinol and the mammalian lignans enterodiol and enterolactone in vitro. Food and Chemical Toxicology 45: 2219- 2227.
17. HENRIQUEZ, L. (2014). La Linaza. Archivos de Blog. Citados en <http://aceitedelinazacuraelcancer.blogspot.com/>.



18. HARCO SEX LINK. 2,008. Estándares de producción para ponedoras Harco Sex Link. Lima – Perú pp 06.
19. <http://www.en.us.es/gprodanim/Racionamiento/Introd%20Racionamiento%2006-07.pdf>.
20. <http://elmerq.pe.tripod.com/aliment.htm>. Cañas, C. et al 2007 Alimentación y nutrición animal. PCU. Santiago de Chile.
21. [http://www.pronavicola.com/contenido/lohmann Brown, 2012](http://www.pronavicola.com/contenido/lohmann%20Brown,2012).
22. <http://aceitedelinazacuraelcancer.blogspot.com> ,2013. Enríquez, L. Aceite de Linaza cura el Cancer.
23. KAUR, M.; SINGH, K.; SINGH, N. 2007. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different fields pea (*Pisum sativum* L) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L) cultivars. Food Chemistry pp. 104: 259-267.
24. LOHMANN BROWN. 2007. Guía de manejo para ponedoras. Alemania Edit 0000Lohmann Brown. (pp. 10-20).
25. MANTILLA, I Y MEJIA, J. (2014). Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción. Programa de maestrías en producción animal I promoción ESPE. Sangolqui. pp.110 -133.
26. MORRIS, D. 2005. Linaza una elección inteligente. [En línea]. Consultado 30 jun. 2010. Disponible en <http://www.aperderpeso.com/propiedades-de-la-linaza-para-adelgazar/>.
27. NAVARRO, M. (2000). Estudio de factores de calidad de los huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de

Esparteina y alcaloides totales del lupino. Universidad Austral De Chile, Instituto de Patología Animal, Valdivia-Chile. pp.22-32.

28. OOMAH, B. D.; 2006. Flaxseed as functional food source. J. Sci. Food Agric. pp. 81: 889-904.
29. OOMAH, B. 2003 Processing of flaxseed fiber, oil, protein and lignan. In: Thompson, L.U.; Cunnane, S.C.(eds.). Flaxseed in Human Nutrition. 2nd edn., Champaign, Illinois. AOCS Press. (pp. 363-386).
30. ORDOÑEZ, A. 2004. Ácidos grasos disponible en <http://www.omega-9oils.com/la/arg/es/omega369.htm>.
31. PROGRAMA DE MANEJO DE PONEDORAS LOHMANN BROWN, 2004. Quito Ecuador. Edit El taller azul. pp 19, 20, 61,63, 66.
32. PADILLA, F. 2007. Crianza de Gallinas y Codornices: Producción de Huevos. 1 ed. Perú. Macro EIRL. pp 104 .
33. PURINA. S. A Programas de crianza de aves de postura. Lima – Perú. (2,008). 08 Páginas.
34. RAZZINI E, BARONZIO GF (1993) Omega-3 fatty acids as coadyvant treatment in AIDS. Medical Hypotheses pp 300-305.
35. SINGH, N. 2007. Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different fields pea (*Pisum sativum* L) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L) cultivars. Food Chemistry 104: 259-267.
36. SAVIEZO, D. (1997). Nutrición proteica de las aves: De proteína cruda a proteína ideal. Rev. Industria Avícola. disponible en <http://elmerq.pe.tripod.com/aliment.htm>(2003).

37. YANNAKOPOULOS A, TSERVENI-GOUSHI A, CHRISTAKI E. 2005, Enhanced egg production in practice: the case of bio-omega-3 egg. *Int J of Poult Sci*; pp. 531-535.

# **ANEXOS**

Anexo 1. Peso inicial (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	1678,32	1791,59	1723,68	1644,30	1553,58	8391,47
5	1882,42	1814,40	1583,06	1701,00	1871,10	8851,98
10	1644,30	1905,12	1644,30	1995,84	1814,40	9003,96
15	1621,62	1723,68	1814,40	1519,52	1757,70	8436,92

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	130946,35				
N. Linaza	3	12251,19	4083,73	0,55	3,24	5,29
Error	16	118695,16	7418,45	38,52		
CV %			5,08			
Media			1694,87			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{7418,45/5} = 38,52$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	1678,29	a
5	1770,40	a
10	1800,79	a
15	1687,38	a

Anexo 2. Peso final (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	1800,00	1801,50	1848,00	1900,50	1814,00	9164,00
5	1832,00	1912,00	1910,00	1963,00	1819,50	9436,50
10	1791,50	1783,00	1856,00	1917,50	1832,00	9180,00
15	1855,00	1747,00	1789,00	1902,50	1816,50	9110,00

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	60631,24				
N. Linaza	3	12736,14	4245,38	1,42	3,24	5,29
Error	16	47895,10	2993,44	24,47	0,27	
CV %			2,97			
Media			1844,53			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{2993,44/5} = 24,47$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	1832,80	a
5	1887,80	a
10	1836,00	a
15	1822,00	a

Anexo 3. Ganancia de peso (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	121,68	9,91	124,32	256,20	260,42	772,53
5	44,58	195,12	326,94	162,00	48,40	777,04
10	147,20	71,16	211,70	110,30	130,16	670,52
15	233,38	23,32	74,60	382,98	58,80	773,08

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	202761,41				
N. Linaza	3	1615,37	538,46	0,04	3,24	5,29
Error	16	201146,04	12571,63	50,14		
CV %			74,92			
Media			149,66			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{12571,63/5} = 50,14$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	154,52	a
5	155,41	a
10	134,10	a
15	154,51	a

Anexo 4. Consumo de alimento (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	12171,80	12119,10	11897,90	12060,90	11835,00	60084,70
5	11817,90	12371,10	12112,20	11586,80	12220,70	60108,70
10	11489,00	11817,30	10989,60	12119,00	11945,40	58360,30
15	11568,90	11191,60	11541,60	11729,30	11434,00	57465,40

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	2471260,65				
N. Linaza	3	1033982,37	344660,79	3,84	3,24	5,29
Error	16	1437278,28	89829,89	134,04	0,03	
CV %			2,54			
Media			11800,96			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{89829,89/5} = 154,04$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	12016,94	a
5	12021,74	a
10	11672,06	ab
15	11493,08	b



Anexo 5. Conversión alimenticia, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	2,01	2,04	1,99	1,87	2,05	9,98
5	1,88	1,98	2,04	1,94	2,10	9,94
10	1,86	1,96	1,90	1,94	1,91	9,56
15	2,17	2,19	2,37	2,29	2,20	11,22

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	0,40				
N. Linaza	3	0,31	0,10	19,52	3,24	5,29
Error	16	0,09	0,01	0,03	0,00	
CV %			3,60			
Media			2,04			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{0,01/5} = 0,03$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	2,00	b
5	1,99	b
10	1,91	b
15	2,24	a

Anexo 6. Porcentaje de producción (%), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	89,15	87,26	86,41	91,54	86,07	440,43
5	91,03	90,68	86,92	92,22	86,67	447,52
10	89,32	87,61	83,25	90,68	89,23	440,09
15	80,00	76,07	73,85	77,01	77,86	384,79

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	609,91				
N. Linaza	3	509,77	169,92	27,15	3,24	5,29
Error	16	100,14	6,26	1,12	0,00	
CV %			2,92			
Media			85,64			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{6,26/5} = 1,12$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	88,09	a
5	89,50	a
10	88,02	a
15	76,96	b

Anexo 7. Producción (Huevo/Ave), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	104,30	102,10	101,10	107,10	100,70	515,30
5	106,50	106,10	101,70	107,90	101,40	523,60
10	104,50	102,50	97,40	106,10	104,40	514,90
15	93,60	89,00	86,40	90,10	91,10	450,20

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	834,90				
N. Linaza	3	697,82	232,61	27,15	3,24	5,29
Error	16	137,08	8,57	1,31	0,00	
CV %			2,92			
Media			100,20			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{8,57/5} = 1,31$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	103,06	ab
5	104,72	a
10	102,98	bc
15	90,04	c

Anexo 8. Peso del huevo (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	57,94	58,07	58,99	60,18	57,26	292,44
5	59,18	58,82	58,37	55,31	57,36	289,04
10	58,96	58,77	59,52	59,02	60,05	296,32
15	56,95	57,31	56,40	56,73	57,18	284,56

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	31,37				
N. Linaza	3	15,01	5,00	4,90	3,24	5,29
Error	16	16,35	1,02	0,45	0,01	
CV %			1,74			
Media			58,12			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{1,02/5} = 0,45$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	58,49	ab
5	57,81	ab
10	59,26	a
15	56,91	b

Anexo 9. Masa del huevo (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	6042,65	5929,01	5964,31	6444,90	5765,96	30146,83
5	6302,29	6240,55	5936,29	5967,50	5816,78	30263,42
10	6161,81	6023,99	5797,02	6262,40	6268,91	30514,13
15	5330,24	5100,22	4872,96	5111,32	5208,78	25623,52

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	4006224,95				
N. Linaza	3	3305911,61	1101970,54	25,18	3,24	5,29
Error	16	700313,34	43769,58	93,56	0,00	
CV %			3,59			
Media			5827,39			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{43769,58/5} = 93,56$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	6029,37	a
5	6052,68	a
10	6102,83	a
15	5124,70	b

Anexo 10. Grosor de la cascara (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	0,58	0,62	0,61	0,60	0,60	3,00
5	0,58	0,51	0,55	0,57	0,60	2,80
10	0,57	0,60	0,60	0,59	0,61	2,96
15	0,55	0,53	0,59	0,56	0,56	2,79

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	0,02				
N. Linaza	3	0,01	0,00	4,63	3,24	5,29
Error	16	0,01	0,00	0,01	0,02	
CV %			3,91			
Media			0,58			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{0,00/5} = 0,01$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	0,60	a
5	0,560	b
10	0,591	a
15	0,557	b

Anexo 11. Ancho del huevo (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	42,68	43,92	44,00	43,60	44,25	42,68
5	43,42	44,31	43,35	44,23	44,50	43,42
10	43,89	44,07	43,50	44,11	44,26	43,89
15	43,68	44,02	43,70	44,17	44,09	43,68

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	3,46				
N. Linaza	3	0,26	0,09	0,44	3,24	5,29
Error	16	3,19	0,20	0,20	0,42	
CV %			1,02			
Media			43,89			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{0,20/5} = 0,20$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	43,69	a
5	43,96	a
10	43,97	a
15	43,93	a

Anexo 12. Largo del Huevo (mm), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	55,98	58,65	56,00	56,09	56,98	283,70
5	56,00	57,11	57,17	57,17	58,43	285,87
10	56,57	55,85	56,81	57,56	55,39	282,18
15	56,43	56,53	57,89	56,60	57,02	284,46

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	13,94				
N. Linaza	3	1,42	0,47	0,61	3,24	5,29
Error	16	12,52	0,78	0,40	0,62	
CV %			1,56			
Media			56,81			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{0,78/5} = 0,40$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	56,74	a
5	57,17	a
10	56,44	a
15	56,89	a



Anexo 13. Peso de la cascara (g), como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	35,00
5	7,00	6,00	6,00	6,00	6,00	31,00
10	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	35,00
15	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	35,00

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	3,20				
N. Linaza	3	2,40	0,80	16,00	3,24	5,29
Error	16	0,80	0,05	0,10	0,00	
CV %			3,29			
Media			6,80			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E=\sqrt{0,05/5}=0,10$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	7,00	a
5	6,20	b
10	7,00	a
15	7,00	a

Anexo 14. Color del huevo, como efecto del *Linum usitatissimum* (linaza común), en la primera fase de producción de gallinas Lohmann Brown.

#### RESULTADOS EXPERIMENTALES.

N. Linaza	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	5,00	6,00	6,00	5,00	6,00	28,00
5	6,00	7,00	5,00	6,00	7,00	31,00
10	7,00	6,00	6,00	7,00	6,00	32,00
15	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	31,00

#### ANÁLISIS DEL ADEVA.

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	7,80				
N. Linaza	3	1,80	0,60	1,60	3,24	5,29
Error	16	6,00	0,38	0,27	0,00	
CV %			10,04			
Media			6,10			

$$E: \sqrt{CME/r} \quad E = \sqrt{0,38/5} = 0,27$$

#### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN DUCAN.

N. Linaza	Media	Duncan
0	5,60	a
5	6,20	a
10	6,40	a
15	6,20	a

