

Efectos del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos, colesterol y pigmentación de la yema de huevo

Carlos José Gavarrete Bueso

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Efectos del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos, colesterol y pigmentación de la yema de huevo

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Carlos José Gavarrete Bueso

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Efectos del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos, colesterol y pigmentación de la yema de huevo

Carlos José Gavarrete Bueso

Resumen. El huevo es uno de los commodities más populares en el mundo, siendo el mercado de este difícil de penetrar, debido a que la única manera de competir es por medio del precio. Con el fin de innovar y diferenciarse en un mercado tan incurrido como en el del huevo, se decidió agregar linaza, fitoesteroles y achiote a una dieta para gallinas ponedoras para observar los cambios en la producción y composición química y, a partir de esto, determinar si existe disposición de compra por parte de los mercados de Tegucigalpa y San Pedro Sula. En el aspecto de producción, con el uso de Zamofeed, el porcentaje de postura aumentó, se produjeron más huevos de tamaño grande y mediano, e incrementó la calidad del huevo, en especial el color, altura de albumen y unidad Haugh. Mediante análisis químicos se determinó que con el uso de Zamofeed mejoró 325 mg de omega 3 en cada huevo comparado con el huevo control, se logró reducir 27.8 mg de colesterol, y se redujo el colesterol total, LDL y HDL sérico de las gallinas. Además, se determinó una disposición de compra por parte de ambas ciudades estudiadas, sin embargo, en San Pedro Sula, se ve una mayor disposición de compra que en Tegucigalpa. Por lo que se recomienda realizar un estudio de mercado para poder determinar el precio que realmente están dispuesto a pagar, a que mercado se ofrecerá, y en qué presentación.

Palabras clave: Achiote, disposición de compra, fitoesteroles, lino, omega-3.

Abstract. The egg is one of the most popular commodities in the world, being a market difficult to penetrate, because the only way to compete is through price. In order to innovate and differentiate in a market incurred as the one of the egg, it was by the addition of flaxseed, phytosterols, and annatto to a diet for laying hens. The objective was to see changes in the production and chemical composition, from this, determine if there is a willingness from the markets of Tegucigalpa and San Pedro Sula to buy this product. In the production area, with the use of Zamofeed, the posture percentage increased, more large-sized and medium-sized eggs were produced, and the quality of the egg increased, especially the color, albumen height and Haugh unit. By some chemical analysis it was determined that with the use of Zamofeed, 325 mg of omega 3 was improved in each egg compared to the control egg, 27.8 mg of cholesterol was reduced, and the total cholesterol, LDL and serum HDL of the hens was reduced. In addition, a purchase provision was determine by both cities studied, however, in San Pedro Sula, there is a greater purchase provision than in Tegucigalpa. So it is recommended to conduct a market study to determine the price the consumer is willing to pay, which market will be offered, and in what presentation.

Key words: Annatto, cholesterol, linseed, omega-3, phytosterols.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	9
4. CONCLUSIONES	21
5. RECOMENDACIONES	22
6. LITERATURA CITADA	23
7. ANEXOS	25

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Contenido de las dietas en Dekalb White®	4
2. Categorías en relación al peso del huevo utilizado en Zamorano.....	5
3. Efecto del Zamofeed en la clasificación del huevo de gallinas ponedoras (1-6 semanas).....	10
4. Calidad externa e interna del huevo (semana 1).....	10
5. Calidad externa e interna del huevo (semana 2).....	11
6. Calidad externa e interna del huevo (semana 3).....	11
7. Calidad externa e interna del huevo (semana 4).....	12
8. Calidad externa e interna del huevo (semana 5).....	12
9. Calidad externa e interna del huevo (semana 6).....	13
10. Efecto del Zamofeed en el contenido del colesterol en el huevo de gallinas ponedoras.....	15
11. Efecto del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos en el huevo de gallinas ponedoras.....	18
12. Efecto del Zamofeed en el perfil lipídico sérico de las gallinas ponedoras.....	19
Figuras	Página
13. Diagrama de las etapas estudiadas	5
14. Pasos para el análisis de colesterol en yema de huevo.....	7
15. Pasos para la extracción y cuantificación de grasa cruda en yema de huevo.....	7
16. Pasos para el análisis de perfil ácidos grasos en la yema de huevo por cromatografía de gases.....	8
17. Efecto del Zamofeed en la intensidad de puesta de gallinas ponedoras.....	9
Anexos	Página
1. Ficha de costos de cada ingrediente, y total de ingredientes por tratamiento.....	25
2. Tabla de recolección de huevos diarios.....	26
3. Producción diaria de huevos del grupo control.....	27
4. Producción diaria de huevos del grupo de tratamiento.....	28
5. Color de la yema de tratamiento (Yema superior) y control (Yema inferior).....	29
6. Condensación de reflujo en la etapa de saponificación del análisis de colesterol.....	30

7. Etapa de extracción del análisis de colesterol.....	31
8. Extracción de grasa cruda mediante Soxtec.....	32
9. Instrumento de compra a entes externos.....	33

1. INTRODUCCIÓN

El huevo es un alimento popular a nivel mundial debido a su bajo costo y a su alto valor nutricional, siendo el huevo de gallina (*Gallus domesticus*) el más común. El huevo es un producto importante en la población hondureña debido a que es una fuente alta de calorías (70 kilocalorías), tiene un porcentaje alto de proteína, grasas monoinsaturadas, aporta múltiples vitaminas y minerales; necesarias para las necesidades diarias del ser humano. Sin embargo, el nivel de colesterol que contiene el huevo es alto, aproximadamente 220 mg (Sayar 2019). Siendo este una de las mayores fuentes de colesterol en la dieta de una persona. En la actualidad, los médicos limitan el consumo del huevo ya que se asocia con enfermedades coronarias como aterosclerosis. Cabe recalcar que existe una controversia a nivel mundial, debido a que estudios demuestran lo contrario. En dichos estudios se observa que la relación del consumo del huevo con la concentración de colesterol total en la sangre es nula. Mostrando que es falsa la relación del consumo del huevo con enfermedades coronarias (Nakamura *et al.* 2006).

En Honduras el crecimiento de este rubro ha sido notable, ya que en el año 2000 se producían 600,000 huevos diarios y en el 2018, cerca de 4.5 millones de gallinas ponedoras, produjeron aproximadamente 3.6 millones de huevos por día (Industria Avícola, 2018). Este rubro es importante para la economía hondureña debido a que el consumo anual per cápita es de 160 huevos. Además, es la fuente de proteína animal más barata que existe en mercado (Proavih 2019).

A finales del 2008 fue registrada la última importación de huevo, en este caso procedente de El Salvador, desde entonces no se ha importado este producto (ANAHAVI 2018). En el 2015, se exportaron 800 cajas de 360 huevos cada una, hacia Gainesville, Florida, Estados Unidos. Siendo Honduras el primer exportador de huevos de Latinoamérica hacia este país (SAG 2015).

La composición del huevo es de alto valor nutricional, tanto, que es capaz de dar vida al momento de estar fértil. El huevo es un gameto que genera la gallina con el fin de reproducirse sexualmente. Este gameto está dividido en cáscara, parte del huevo encargada de recubrir todos los componentes que lo conforman, que en su mayoría es calcio y representa un 9% del peso; la yema, también considerada el núcleo de esta célula, es la parte central de color amarillo o anaranjado, posee todos los lípidos del huevo, y representa un 30-33% del peso; el albumen o clara es la parte del huevo con mayor cantidad de agua (88%) y proteína, también conocida como albumina (Instituto de Estudios del Huevo 2019).

En Honduras, las industrias participes de la producción de huevo, en los últimos años se han enfocado en la mejora de la eficiencia de la producción de huevo, dejando atrás el mejoramiento de la calidad del mismo. Siendo esta una oportunidad de lograr darle un valor agregado a un producto que normalmente se vende como “commodity”. Cabe recalcar que al ser un commodity hace que sea difícil poder competir con los grandes productores a nivel nacional, debido a sus volúmenes de producción, son capaces de diluir sus costos logrando ser más competitivos en el mercado.

En los últimos años, en diferentes países se ha mejorado el valor nutricional de los huevos, con el fin de abastecer las necesidades del consumidor de nutrirse bien. Sin embargo, en Honduras y en el resto de Centroamérica, no existe un producto con estas cualidades que pueden ser esenciales en la nutrición de las personas, al igual que no se sabe si existe un mercado que esté dispuesto a comprar este producto, por lo que en este estudio se determinaron los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto del Zamofeed en el desempeño productivo de la gallina ponedora Dekalb White®.
- Evaluar el efecto del Zamofeed en la calidad externa (Grosor de la cáscara, resistencia a la ruptura, tamaño y peso) e interna (Altura de albumen, unidad Haugh, color de la yema, colesterol, perfil de ácidos grasos) del huevo de gallinas ponedoras.
- Evaluar la disposición de compra del huevo de gallina ponedora alimentada con Zamofeed.

2. METODOLOGÍA

Localización. El estudio se realizó en la unidad de producción de aves de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano) desde el mes de julio al mes de agosto del 2019. La granja está localizada en el Valle de Yeguaré, Francisco Morazán a 32 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras. El Valle de Yeguaré está ubicado a una altitud de 800 msnm, cuenta con una temperatura promedio de 24 °C y con una precipitación promedio anual de 1100 mm.

Se utilizaron gallinas de la línea genética Dekalb White[®] de aproximadamente un año. El sistema de producción utilizado fue un sistema intensivo, el cual consiste en la utilización de jaulas de 1 m² en las que se colocaron 5 gallinas por jaula, ya que esa densidad es ideal para evitar estrés en ellas. Se utilizó un total de 300 gallinas, 150 gallinas de tratamiento y 150 gallinas del grupo control que se escogieron de manera aleatoria, recibiendo ambos grupos 100 gramos de alimento diario. Las condiciones ambientales fueron las mismas para ambos grupos. Las gallinas del grupo control fueron alimentadas con una dieta convencional brindada a las gallinas ponedoras de Zamorano, elaborada en la planta de concentrados de la universidad. En cambio, el otro grupo de gallinas recibieron la dieta formulada, denominada como Zamofeed, a la que se le añadieron tres ingredientes: linaza, responsable de aumentar porcentaje de omega-3; fitoesteroles, responsables de la disminución de colesterol y achiote para aumentar la pigmentación en la yema.

Los fitoesteroles son un derivado del proceso de la extracción del aceite de palma africana que se compró en la empresa industrial BIOSA, una división de GRUPO COINSU (Choloma, Cortes, Honduras). Se utilizó 0.15% en la dieta con el fin de reducir el colesterol en el huevo.

La linaza (*Linum usitatissimum*) es un grano rico en ácido α -linoleico, con alto contenido de grasa, proteína y fibra dietética. Este producto se compró a un precio de HNL 14 la libra en el mercado municipal de San Pedro Sula, Honduras. Se utilizó un 3% en la dieta con el fin de aumentar el contenido de omega-3.

En el Cuadro 1 se observa la formulación que se realizó en la dieta de control y en el Zamofeed. Las dietas se presentan bajo los mismos parámetros de los requerimientos nutricionales de gallinas de postura, según la línea genética Dekalb White[®]. Indicando igualdad en el valor nutricional de ambas dietas. Asimismo, el análisis calculado de los aportes nutricionales que esta tiene.

Cuadro 1. Contenido de las dietas en Dekalb White®.

	Control positivo (%)	Zamofeed (%)
Harina 1	59.50	58.06
Harina 2	25.00	23.88
Harina 3	00.00	03.00
Harina 4	00.00	00.15
Vitamina 1	00.12	00.12
Grasa	03.52	03.01
Vitaminas y minerales ¹	00.20	00.20
Mineral 1	00.35	00.35
Mineral 2	01.55	01.55
Mineral 4	04.55	04.52
Mineral 5	04.56	04.53
Aminoácido 1	00.35	00.33
Aminoácido 2	00.27	00.27
Aminoácido 3	00.03	00.03
Sumatoria	100	100
Colorante	0.00	1.50
Total	100	101.5
<i>Análisis Calculado</i>		
EM, kcal/kg	2,860	2,860
PC, %	17.25	17.25
P disponible, %	0.45	0.45
Ca, %	4.00	4.00
Lisina, %	1.00	1.00
Met+Cyst, %	0.80	0.80
Treonina, %	0.69	0.70
Triptófano, %	0.21	0.22

¹Premezcla vitamina y mineral: vitamina A, 1,000 UI/kg; Vitamina D₃, 2000 UI/kg; Vitamina E, 30 UI/kg; Vitamina K₃, 2.0 mg; Vitamina B₁, 1.0 mg; Vitamina B₂, 6.0 mg; Vitamina B₆, 3.5 mg; Vitamina B₁₂, 18 mg; Niacina, 60 mg; Ácido Pantoténico, 10 mg; Biotina, .10 mg; Ácido Fólico, 0.75 mg; Colina, 250 mg; Hierro, 50 mg; Cobre, 10 mg; Zinc, 70 mg; Manganeso, 70 mg; Selenio, 0.30 mg; Yodo, 1.0 mg.

Como se puede observar en el Anexo 1, el costo del quintal de alimento para el grupo control es de HNL 405.96, y en el caso de Zamofeed, tuvo un costo por quintal de 581.58. Teniendo una diferencia de HNL 175.62 entre las dietas.

Esta investigación está dividida en tres etapas: campo, laboratorio, y disposición de compra. En el caso del estudio en campo, se evaluó la producción, clasificación y la calidad del huevo (peso, altura de albumen, unidad Haugh, color de la yema, punto de fractura y grosor de cáscara). En el caso de laboratorio, se realizaron análisis de la composición sanguínea a las gallinas, la composición química del huevo, analizando el colesterol y perfil de ácidos

grasos. Por último, en el caso de la disposición de compra, se realizaron entrevistas a entes privados, para determinar la percepción que puede tener este producto en el mercado.

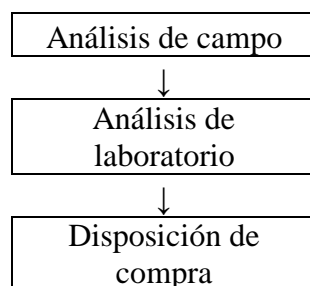


Figura 1. Diagrama de las etapas estudiadas

Análisis de campo.

En este análisis se evaluó la producción diaria, el tamaño y la calidad del huevo, con el fin de observar el efecto que la dieta Zamofeed tendrá en estos parámetros.

Evaluación de producción.

Para tener una evaluación completa de las dietas, se comparó el porcentaje de postura, y así poder medir el rendimiento que genera el Zamofeed sobre la producción de huevos. Esto se evaluó realizando conteos y recolecciones diarias de los huevos puestos por las gallinas, la recolección y conteo se realizó en las horas de la tarde, y se almacenaron en una bodega con refrigeración (20 °C) hasta su posterior pesado.

Clasificación por tamaño.

Se comparó la diferencia de tamaño que puede existir debido a la aplicación de la nueva dieta, el tamaño del huevo es basado en el peso. Esto se evaluó por medio de una clasificadora de huevos, que funciona por medio de báscula y los pesos según su categoría se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Categorías en relación al peso del huevo utilizado en Zamorano.

Categoría	Peso (g/huevo)
Jumbo	>70
Extra Grande	65-69
Grande	60-64
Mediano	50-59
Pequeño	42-49
Peewee	< 40

Calidad del huevo.

Se estudió la calidad del huevo para medir el efecto que tiene la nueva dieta utilizada. La calidad se evaluó recolectando aleatoriamente 30 huevos del grupo control y 30 huevos del grupo que recibió Zamofeed, una vez a la semana; utilizando el software llamado Eggware® V3.0.18, que evaluó el peso, altura de albumen, unidad Haugh, punto de fractura, color de yema y el grosor de la cáscara.

Para pesar el huevo, se utilizó una balanza digital OHAUS®. Para medir la altura de albumen se utilizó un medidor de altura de clara en milímetros, esto se realizó con el fin de poder medir la frescura del huevo, ya que, cuando se trata de un huevo fresco, la clara es alta y firme, al contrario de un huevo viejo, pierde frescura, haciendo que la clara tenga poca consistencia y sea líquida.

La unidad Haugh, es una medida utilizada de manera internacional, utilizando el peso (gramos) y la altura del albumen (milímetros), con el fin de medir la frescura del huevo, se calculó por medio del software Eggware.

En el caso del color de la yema, fue medido por medio de un colorímetro electrónico CCC® con base a los datos establecidos por la escala de Roche, siendo esta una escala que presenta una valorización del 1 al 15, siendo 1 un color acercándose a blanco, y 15 un color anaranjado rojizo.

La fuerza de fractura determina la resistencia que un huevo puede tener al soportar un peso en la línea ecuatorial. La forma de medir esta resistencia, es utilizando un analizador de cáscara y fuerza de embalaje QC, que, por medio de la aplicación de presión en el ecuador del huevo, midiendo la cantidad de fuerza en gramos empleadas para lograr quebrarlo.

Por último, para poder medir el grosor de la cáscara (mm), se utilizó un micrómetro digital, utilizando una parte de la cáscara de la parte ecuatorial sin la membrana testácea, para poder tener un dato preciso.

Evaluación química.

En la semana 3 y 6 del estudio técnico, se realizaron pruebas en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ). Se evaluó el contenido de ácidos grasos (AOCS Ce 2-66 y AOCS Ce1j-07) y colesterol (AOAC 994.10). Todo esto con el fin de definir la diferencia de colesterol y ácidos grasos que existe entre los huevos de ambos grupos. También se realizaron análisis de sangre en el laboratorio Molina en la avenida Cristóbal Colon en Tegucigalpa, Francisco Morazán, evaluando la composición sanguínea de la gallina (Triglicéridos, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL).

Análisis de colesterol.

Para determinar la cantidad de colesterol en el huevo, se utilizó el método de análisis AOAC 994.10. Este proceso consta de cuatro pasos, saponificación, extracción, derivatización y análisis de cromatógrafo de gases (GC análisis). Para esta prueba, se revolvieron las yemas

de tres huevos de gallinas que consumieron Zamofeed, y tres huevos del grupo control, los que se recogieron de manera aleatoria en el galpón. Se crearon tres repeticiones de cada variable, para obtener una prueba representativa.

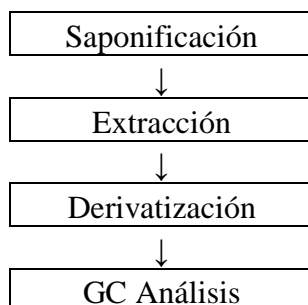


Figura 2. Pasos para el análisis de colesterol en yema de huevo.

Análisis de grasa cruda.

Este análisis se realizó utilizando el método oficial AOAC 991.36. Este proceso consta de los pasos que se ilustran en la imagen 3. De igual manera se realizaron las tres repeticiones de tres yemas revueltas de cada tratamiento. A partir de la grasa extraída en este proceso se empieza el análisis de los ácidos grasos.

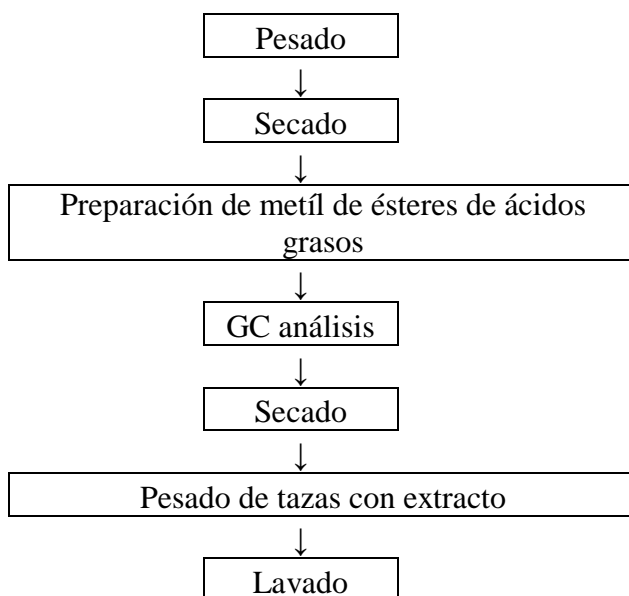


Figura 3. Pasos para la extracción y cuantificación de grasa cruda en yema de huevo.

Análisis de perfil de ácidos grasos.

En este caso, se utilizó la grasa obtenida del paso anterior (extracto etéreo), aplicando el método AOCS Ce 2-66 para la preparación de los ésteres metílicos de ácidos grasos y el

método AOCS Ce1j-07 para la determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases en el LAAZ. Los pasos seguidos para este análisis se ilustran a continuación:

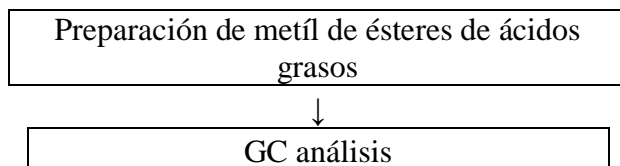


Figura 4. Pasos para el análisis de perfil ácidos grasos en la yema de huevo por cromatografía de gases.

Evaluación de la composición sanguínea.

En la última semana de evaluación productiva, se evaluó la composición sanguínea de las gallinas, con la ayuda del laboratorio Molina. Con el fin de comparar el estado de salud en el cual se encontraban las gallinas y analizar si existe alguna mejora con respecto al contenido de colesterol en la sangre utilizando la nueva dieta aplicada. Se escogieron de manera aleatoria tres gallinas de cada grupo (tratamiento y control), y se extrajo la sangre de manera subcutánea del ala, utilizando jeringas de 3 mm, y cápsulas para depositar la sangre extraída. Las muestras obtenidas se enviaron al laboratorio clínico Molina. Los análisis realizados fueron: colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL, y triglicéridos.

Disposición de compra.

Para determinar los mercados que están dispuestos a comprar este producto, se estableció el método de entrevista en profundidad. Esta es una entrevista no estructurada que se hace de manera directa y personal, entrevistando a una persona (Naresh, 2011). Se manejó una serie de preguntas, pero conforme la entrevista fluye, puede surgir información de alto interés. Se seleccionaron supermercados de gama media-alta, restaurantes gourmets y nutricionistas; esto con el fin de identificar si son mercados dispuestos a comprar un producto con estas características.

Estas entrevistas se realizaron en las ciudades de Tegucigalpa y San Pedro Sula, ya que son las ciudades con mayor población en el país. Los mercados seleccionados fueron debido a que tienen contacto con personas con el poder adquisitivo suficiente para pagar una mayor cantidad por un producto con valor agregado.

Análisis estadísticos.

Los resultados se expresan como media y \pm EE. Se realizaron pruebas de T-student no pareada utilizando SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.). Se tomaron valores de $P < 0.05$ para indicar diferencias significativas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de campo.

En este caso, se observaron los resultados de la evaluación de producción diaria, tamaño y calidad del huevo.

Evaluación de producción.

En la producción total de huevos hubo una diferencia total de 655 huevos en comparación al grupo de control. En el Anexo 2 se observa que las gallinas que recibían el alimento control produjeron 4,031 huevos y las que recibieron la dieta Zamofeed produjeron 4,686 huevos. El control tuvo una media de 95.98 huevos diarios (Anexo 3) y en el tratamiento 111.57 huevos diarios (Anexo 4).

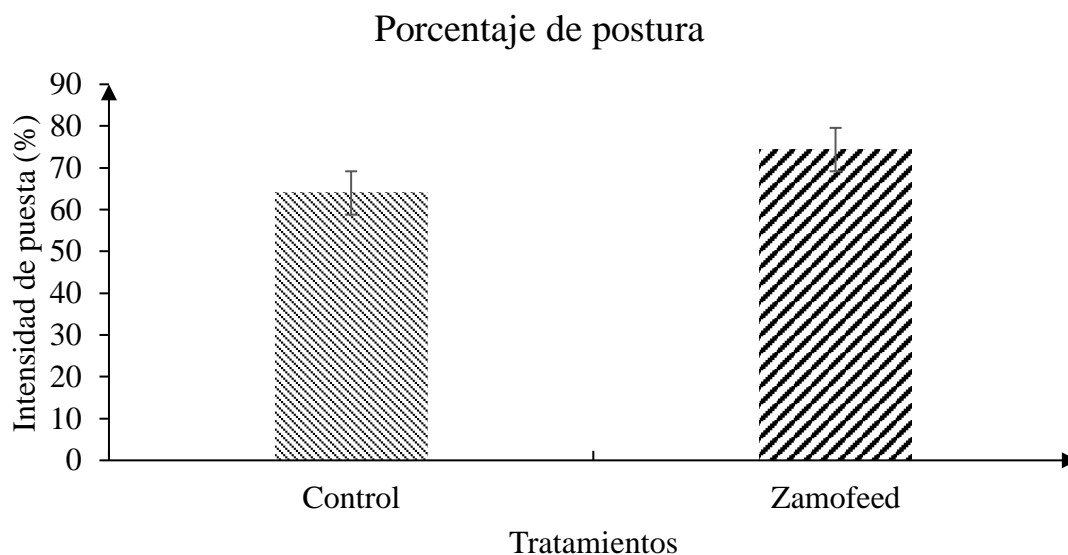


Figura 5. Efecto del Zamofeed en la intensidad de puesta de gallinas ponedoras.

Como se puede observar en la Figura 1, el porcentaje de postura del grupo control fue de 63.99% y del grupo que recibió el Zamofeed fue de 74.38%, encontrando una diferencia de 10.39%. Estos resultados concuerdan con el estudio realizado por Scheideler y Fronong (1996), que al añadir un 5% de linaza en su dieta, el porcentaje de postura aumentó un 5.8% en comparación con su grupo control. El costo de producción de los huevos de control fue de HNL 1.41 y en el caso de los huevos de Zamofeed, fue de HNL 1.74.

Tamaño del huevo.

Cómo se puede observar en el Cuadro 3, existe diferencia estadística en los huevos extragrandes y pequeños. Se encontró una disminución del porcentaje de tamaño de los huevos del grupo de tratamiento, en comparación a los huevos de grupo control. Este cambio se puede atribuir a la genética, edad de la gallina, consumo diario y los aspectos nutricionales. En este caso, se utilizó la misma genética, edad, y no hubo diferencia en la cantidad de alimento consumido, por lo que podemos inferir que el cambio se debe a un aspecto nutricional (Naranjo 2014).

Cuadro 3. Efecto del Zamofeed en la clasificación del huevo de gallinas ponedoras (1-6 semanas).

Clasificación del huevo	Tratamientos experimentales		Valor de P
	Control % (EE)	Zamofeed% (EE)	
Jumbo	01.90(0.245)	01.49(0.226)	0.589
Extragrande	07.45(0.464)	05.32(0.428)	0.010
Grande	26.97(0.859)	29.14(0.793)	0.054
Mediano	57.99(0.938)	60.25(0.866)	0.089
Pequeño	05.69(0.403)	03.79(0.372)	<0.001

Calidad del huevo.

En esta sección, se observan las diferencias estadísticas obtenidas entre los huevos de control en comparación a los de tratamiento a lo largo de las 6 semanas de la investigación.

Cuadro 4. Calidad externa e interna del huevo (semana 1).

Calidad del huevo	Control	Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	62.07	62.22	0.833	0.899
Altura del albumen (mm)	08.19	08.86	0.234	0.047
Unidad Haugh (uH)	89.20	93.64	1.281	0.017
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	04.99	04.72	0.199	0.333
Color de la yema (ER)	01.00	04.00	0.200	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.41	00.35	0.006	<0.001

Kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

Como se puede observar en el Cuadro 4, en la semana 1 de producción, hubo diferencia estadística con respecto a la altura del albumen, unidad Haugh, color de la yema, y grosor de la cáscara. En este caso, siendo un cambio positivo en la altura de albumen para el

tratamiento con Zamofeed, ya que aumentó 0.67 mm en comparación al control. En la unidad Haugh, hubo una diferencia de 4.44 puntos del tratamiento con Zamofeed en comparación al control. En el color de la yema se puede apreciar una diferencia de 3 puntos de la escala de Roche más que en el control. El grosor de cáscara del tratamiento con Zamofeed disminuyó 0.051 mm en comparación al control, además presentó una menor resistencia en la fuerza de quiebre, pero no existe una diferencia significativa entre estas variables.

Cuadro 5. Calidad externa e interna del huevo (semana 2)

Calidad del huevo	Control	Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	59.96	61.40	0.97	0.299
Altura del albumen (mm)	09.19	09.03	0.25	0.658
Unidad Haugh (uH)	95.00	96.10	1.63	0.636
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	05.03	04.42	0.18	0.021
Color de la yema (ER)	01.33	03.03	0.10	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.37	00.43	0.01	<0.001

Kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

En el Cuadro 5 de la semana 2, se observa que solo existe una diferencia estadística en la fuerza de quiebre, color de la yema, y grosor de la cáscara. En el caso de la fuerza de quiebre, existió una mayor resistencia en los huevos de control, pero el grosor de la cáscara en este caso fue mayor en los huevos de tratamiento en comparación al control, con una diferencia de 0.060 mm. En cuanto al color de la yema, hubo una diferencia de 2 puntos en la escala de Roche.

Cuadro 6. Calidad externa e interna del huevo (semana 3).

Calidad del huevo	TE Control	TE Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	60.98	61.03	1.063	0.977
Altura del albumen (mm)	07.95	08.43	0.234	0.151
Unidad Haugh (uH)	88.84	91.12	2.660	0.547
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	04.48	04.39	0.167	0.693
Color de la yema (ER)	02.00	03.00	0.118	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.36	00.38	0.007	0.081

Kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

En el Cuadro 6 de la semana 3, se observa una diferencia estadística en el color de la yema, en este caso solo fue de un punto, y el grosor de la cáscara, en este caso fue mayor con comparación al control.

Cuadro 7. Calidad externa e interna del huevo (semana 4).

Calidad del huevo	TE Control	TE Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	60.53	58.20	0.821	0.049
Altura del albumen (mm)	07.33	08.17	0.218	0.009
Unidad Haugh (uH)	84.74	90.43	1.220	0.002
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	04.79	05.17	0.193	0.165
Color de la yema (ER)	01.00	03.00	0.108	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.38	00.43	0.009	<0.001

kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

En la semana 4 (Cuadro 7), se observa un cambio en el peso, altura de albumen, unidad Haugh, resistencia a la ruptura, y color de la yema. En el caso del peso, se puede observar que el peso promedio de los huevos va disminuyendo en comparación con el control, sin embargo, la altura del albumen, la unidad Haugh, el color de la yema, y el grosor de la cáscara, aumento en comparación al control.

Cuadro 8. Calidad externa e interna del huevo (semana 5)

Calidad del huevo	TE Control	TE Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	59.71	59.43	0.832	0.813
Altura del albumen (mm)	07.60	09.41	0.190	<0.001
Unidad Haugh (uH)	88.83	96.45	0.164	0.002
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	05.37	05.45	0.187	0.286
Color de la yema (ER)	01.00	03.00	0.087	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.39	00.35	0.005	<0.001

kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

En la semana 5 (Cuadro 8), se efectuó un cambio en la altura del albumen, unidad Haugh, color de la yema, y grosor de la cáscara. En el caso de altura del albumen, se observa que en promedio existe un aumento de 1.81 mm con respecto al control. Igualmente, la unidad Haugh aumentó 7.62 puntos, en comparación al control. El color de la yema se mantuvo con la misma diferencia de 2 puntos. Por último, el grosor de la cáscara disminuyó 0.04 mm en comparación al control.

Cuadro 9. Calidad externa e interna del huevo (semana 6).

Calidad del huevo	TE Control	TE Zamofeed	EE±	Valor de P
Peso del huevo (g)	62.51	60.86	0.936	0.218
Altura del albumen (mm)	08.33	09.59	0.217	<0.001
Unidad Haugh (uH)	90.23	97.11	1.090	<0.001
Resistencia a la ruptura (kg/fuerza)	04.93	05.96	0.118	0.003
Color de la yema (ER)	01.00	03.00	0.106	<0.001
Grosor de la cáscara (mm)	00.35	00.33	0.005	0.017

kg: kilogramos; g: gramos; mm: milímetros; ER: Escala de Roche

En la semana 6 (Cuadro 9), se observó una diferencia en el peso promedio del huevo del tratamiento con Zamofeed con 1.65 gramos menos que el control, sin embargo, no existe una diferencia estadística en este caso. No obstante, se observó una diferencia estadística notable en la altura de albumen, unidad Haugh, resistencia de ruptura, color de la yema y grosor de la cáscara. En la altura de albumen, hubo un aumento de 1.26 mm en promedio con respecto a un huevo de control. El costo para aumentar 1.26 mm de albumen por huevo en esta dieta fue de HNL 0.33, por lo que para aumentar un milímetro de altura de albumen se invirtieron HNL 0.26. En la unidad Haugh, hubo una diferencia de 6.88 puntos en promedio, en comparación al control. El color tuvo una diferencia de 2 puntos en la escala de Roche, logrando mantener el promedio desde la semana 4. La fuerza de quiebre, aumentó 1,025.79 gramos de fuerza de resistencia, en contraste con el control, a pesar de que la cáscara del tratamiento se haya reducido 0.02 milímetros.

La altura del albumen es importante, ya que demuestra la frescura del huevo. La altura mínima permitida es de 6 mm (USDA 2000), y en este estudio no se presentaron albúmenes con esta altura, reflejando un huevo con una frescura óptima. El costo por huevo que representó el aumento de 1 mm en la altura de albumen fue de HNL 0.26 con respecto al alimento.

El parámetro utilizado en el mercado para la unidad Haugh es de un mínimo de 72 puntos (USDA 2000). Los huevos del tratamiento con Zamofeed presentaron un puntaje excelente, ya que en promedio excedieron los 90 puntos en las 6 semanas.

La industria está utilizando el valor de 7 en la escala de Roche como valor ideal en el mercado (DSM Animal Nutrition & Health 2015). El color que se da en la yema (Anexo 5) es debido a los alimentos con carotenoides que recibe la gallina, como efecto del achiote en la dieta. Por lo que se logró tener una diferencia estadística notable a lo largo de todo el experimento. El achiote (*Bixa Orellana L.*), es un vegetal que aumenta la intensidad del color a la yema, por medio de carotenoides, en especial xantofilas (Mascaren y Carné 2011). El color en la yema es importante en el mercado del huevo. Debido a que los consumidores prefieren el color entre amarillo y dorado, en comparación a un color pálido, ya que es asociado a un producto más natural (Karunjajeewa, 1984). Esta es la razón por la que se agregó 1.5% de achiote en la dieta.

Lo requerido por el mercado en cuanto a la fuerza de fractura, es de un mínimo de 4,000 gramos de fuerza, debido a que el huevo en el transporte es susceptible a movimientos bruscos, poniendo en riesgo la estructura del mismo (Guerra Morales & Molina Diaz, 2016). Por lo que los huevos de ambos tratamientos tienen una resistencia aprobada por el mercado.

Análisis de laboratorio.

En los análisis de laboratorio se podrán observar los resultados de la composición química del huevo, estudiando colesterol y los ácidos grasos, específicamente el omega-3. Por otro lado, también se observará la composición sanguínea de las gallinas (Colesterol total, LDL, HDL y triglicéridos).

Análisis de colesterol.

Para determinar la cantidad de colesterol en el huevo, se utilizó el método de análisis AOAC 994.10. Este proceso consta de cuatro pasos, saponificación, extracción, derivatización y GC análisis. Para esta prueba, se revolvieron las yemas de tres huevos, de gallinas que consumen alimento convencional, y tres huevos de gallinas que consumen la nueva dieta los cuales se recogieron de manera aleatoria en el galpón. Se crearon tres repeticiones de cada variable, de esta manera tener una prueba representativa. Cada análisis de colesterol consta de diferentes pasos; Saponificación, extracción, derivatización, GC análisis.

La saponificación consta de pesar un aproximado de 2 a 3 gramos de la muestra para luego agregar 40 ml de etanol al 95% y 8 ml de solución de KOH al 50%. Después, se mezcla en un Erlenmeyer con un agitador magnético y se calienta a 50 °C por 70 minutos, mientras se conecta a un condensador (Anexo 6). De esta manera se evita la evaporación del etanol. Al apagar la estufa, se agregó 60 ml de etanol al 95% desde la parte de arriba del condensador, mientras se sigue mezclando por 15 minutos. Luego dejarlo reposar y colocar un tapón.

Luego en la parte de extracción se agrega 100 mL tolueno, para luego agitar por 30 segundos. Se vertió la solución en un embudo de separación de 500 mL (Anexo 7) para luego agregar 110 mL de solución de KOH 1 M y mezclar el embudo de manera vigorosa por 10 segundos. Luego se deja reposar hasta observar la separación de capas, y descartar la solución acuosa (parte inferior). En seguida se agregan 40 ml de KOH 0.5M al embudo de separación, para así revolver el contenido de manera suave para luego descartar nuevamente la solución acuosa, luego se repite la acción con agua en lugar de KOH 0.5M, en este caso se repitió el lavado con agua 7 veces, hasta tener una muestra en la que el tolueno (parte superior) es clara y cristalina. Posteriormente se coloca la solución en un Erlenmeyer de 125 mL que contenga un aproximado de 2 g de Na₂SO₄ con un embudo de cola que posea un tapón de fibra de vidrio y 20 g de Na₂SO₄. Se tapa el frasco y se revuelve el contenido, para luego dejar reposar por un aproximado de 15 minutos. Para si extraer 25 mL de extracto con una pipeta y así depositarlo en un balón redondo de 125 mL, para evaporarlo a través de un evaporador rotatorio a 40 °C hasta que quede seco. Este proceso puede tardar hasta 15 minutos. Después de la evaporación se agrega un aproximado de 3 mL de acetona para luego evaporarlo hasta que quede seco. Para finalizar el proceso de extracción se agregan 3 mL de DMF a la solución seca, en donde se encuentra el colesterol.

Ya en el proceso de derivatización se debe extraer con una pipeta, 1 mL de solución estándar de trabajo y 1 mL de solución de prueba, y colocar en tubos separados de centrifuga de 15 mL. Se debe de agregar 0.2 mL de HMDS y 0.1 de TMCS y tapar, para así agitar con la ayuda de un vortex por 30 segundos, de esta manera dejar la solución reposar por 15 minutos. Al pasar el tiempo de reposo, se debe agregar una solución estándar interna de 1 mL de 5- α -colestano y 10 mL de agua a cada tubo. Luego se debe de mezclar los tubos tapados durante 30 segundos y luego centrifugar por dos minutos. Luego se habrá separado en dos capas, la cual se debe transferir la parte superior (Solución de heptano) al vial, con el cuidado de no inyectar la solución acuosa inferior.

Por último, se deben colocar los viales en un cromatógrafo de gases. Utilizando una columna de 30 m de longitud X 0.25 mm diámetro interior (grosor de la columna) y 0.25 μ m (distancia de fase estacionaria). Después de esperar un día por el análisis de las muestras, se verán reflejadas en la computadora una gráfica con ciertos picos los que se tendrá que determinar el área bajo la curva comparándolo con la solución estándar (5- α -colestano), luego se debe dividir el área del pico de colesterol por el área del pico del estándar y de esta manera tener un resultado del análisis.

Cuadro 10. Efecto del Zamofeed en el contenido del colesterol en el huevo de gallinas ponedoras.

Colesterol (mg/yema)	Tratamientos experimentales			Valor de P
	Control	Zamofeed	EE \pm	
Semana 3	202.57	199.73	09.671	0.846
Semana 6	233.04	205.24	13.667	0.026

En el caso de este análisis químico, se logró observar en el Cuadro 10 que después de 3 semanas hubo una reducción de 2.63 miligramos de colesterol por un huevo de 60 gramos, en comparación a los huevos de grupo control, sin embargo, no se encontró diferencia estadística. En la semana 6, hubo una diferencia de 27.8 mg de colesterol, con respecto a los huevos del grupo control. Se encontró una diferencia estadística y con una diferencia de un 11.92% menos de colesterol en comparación a los huevos del control. Según la Asociación Americana del Corazón (AHA) una persona debe de consumir un máximo 300 mg de colesterol al día (Barraj *et al.* 2019). Haciendo que cada huevo proveniente de una gallina que haya recibido el Zamofeed, cubra el 63% de la ingesta diaria de colesterol. El costo para reducir un miligramo de colesterol es de HNL 0.01.

La reducción del colesterol se debió principalmente al efecto que tuvo el fitoesterol en la dieta, ya que son esteroides de origen vegetal, siendo este similar al colesterol en el aspecto estructural químico. La única diferencia que hay entre estos dos esteroides es que los fitoesteroides tienen la presencia de sustituyentes de tipo metilo en la cadena lateral de la molécula (Valenzuela & Ronco, 2004). Los fitoesteroides y colesteroides comparten el núcleo central de la estructura molecular (ciclopentano perhidrofenantreno). Lo que difiere en la estructura de esteroides es la cadena hidrocarbonada lateral. El colesterol está compuesto por una cadena de 8 carbonos de manera saturada; en cambio los fitoesteroides están formados por 9 o 10 carbonos y no presentan doble enlace en todos ellos. Siendo esta diferencia

estructural la razón por la que los fitoesteroles son responsables de los efectos hipocolesterolémicos y a la baja absorción de colesterol en el intestino delgado (Ling & Jones, 1995). Sin embargo, como la linaza posee un alto contenido de ácidos grasos omega-3 y alto contenido de fibra, este grano tuvo un efecto reductor del colesterol evitando que los ácidos biliares y el mismo colesterol sean reabsorbidos, ya que son adheridos por la misma fibra siendo evacuados por medio de otros excedentes y desperdicios en el cuerpo (Morris 2005).

Análisis de ácidos grasos.

Para realizar este análisis se hizo una extracción de ácidos grasos, aplicando el método AOAC 991.36. Al empezar se utilizaron 6 dedales, 3 repeticiones de control y 3 repeticiones de tratamiento. En cada dedal se colocó desde un principio 2 gramos de celite 545, y luego se pesaron 3 gramos de muestra.

Después del pesado se agregaron 5 perlas de ebullición a cada taza extractora y se colocaron en el horno por lo menos 1 hora a 100 °C. Al igual que se colocaron las muestras en los dedales por 1 hora en un horno a 100 °C. Las tazas después de retirar del horno se deben dejar enfriar y luego pesarlas, registrando el peso de ellas en gramos con 4 decimales. Los dedales después retirarlos del horno se deben de enfriar en un desecador, de esta manera no absorberán la humedad del ambiente y el peso que tenga la muestra sea el real. Luego se debe colocar un algodón desgrasado dentro de los dedales a manera de formar un tapón para evitar pérdida de muestra en la etapa de extracción.

En la extracción se debe de introducir los dedales y tazas al equipo de extracción (Anexo 8) de acuerdo al manual de operación “Soxtec™ 2050 Automatic System User Manual 1,000 7414 / Rev. 5”, sección 5.4.8. (LAA-DE018). Luego se deben de agregar 80 mL de éter de petróleo a cada unidad de extracción. Se debe de seleccionar el programa #1 en el equipo, el cual se configuro con 25 minutos en la etapa de ebullición, 30 minutos de enjuagado con reflujo de solventes mayores a 5 gotas por segundo, 10 minutos de recuperación de solvente y por último 5 minutos de presecado. Luego se deben de retirar las tazas con el extracto, las que se deben de dejar reposar por 15 minutos debajo de la campana de extracción, de esta manera poder evaporar el solvente, luego se deben de colocar las tazas con la muestra por 30 minutos en un horno a 100 °C. Al pasar el tiempo indicado se deben de dejar enfriar las tazas, una vez frías se deben de pesar en gramos en una balanza con 4 cifras decimales.

Utilizando la grasa obtenida del extracto etéreo. Se añadió 0.8 mL de isooctano, con el que se lavó la tasa y luego se extrajo con una pipeta el contenido dentro de la misma y se colocó en un tubo de ensayo. Después se añade 0.5 mL de solución de KOH metanólico 2 M, tapando el tubo de ensayo para luego agitarlo por 8 minutos con la ayuda de un vortex, dejándolo reposar 10 minutos después de haber sido agitado.

Después del tiempo de reposo se debe de añadir 0.3 mL de la fase superior (isooctano) y colocar en un tubo de ensayo; para luego diluir con 4 mL de isooctano y así agregar 1 g de sulfato de sodio. Después se debe de tapar el tubo de ensayo y agitar de nuevo por 8 minutos, dejándolo reposar después por 10 minutos. Al pasar los 10 minutos del reposo, se debe de extraer 1 mL de la fase de isooctano a un vial.

Al momento de la inyección se debe de utilizar el método AOCS Ce 1j-07, utilizando un cromatógrafo de gases utilizando una columna de silica fundida 100 m x 0.25 mm x 0.25 µm. Supelco SP™2560. A una temperatura en el puerto de inyección de 235 °C y una temperatura del detector de 325 °C. El horno debe de iniciar con una temperatura de 180 °C por 32 minutos y debe de incrementar 20 °C por minuto hasta llegar a 215 °C. El tiempo de corrida será de 65 minutos, utilizando un gas de arrastre de hidrogeno, con un flujo de 1.0 mL por minutos; 26 cm/s; 24.63 psi; utilizando un radio de Split 100:1. El volumen de inyección debe de ser de un microlitro y el flujo de aire de 45 mL por minuto, utilizando el 46 mL por minuto de nitrógeno como “Gas make up”.

La identificación de los picos en este método se compara con unos análisis hechos antes en estándares como el GLC-463 y GLC-764 de Un-check Prep. Teniendo el reconocimiento de 52 ácidos grasos.

Este análisis solo se pudo realizar en la semana 3, debido a que el Soxtec se averió, por ende, no se pudo realizar una extracción de grasa de calidad. Se intentó realizar por medio de otro método con el uso del Soxhlet, en este caso la grasa se logró extraer de manera correcta, pero al momento de realizar el análisis de ácidos grasos, no se vieron reflejados en el cromatógrafo de gases.

Como se puede observar en el Cuadro 11, hubo diferencia estadística en el ácido octadecadienoico y en el ácido docosapentaenoico (DPA) de ambos tratamientos. En el caso de los ácidos grasos saturados, no hubo diferencia estadística, sin embargo, el ácido palmítico (C16:0), tuvo una reducción significativa en el aspecto biológico, esto es debido a que es el ácido graso saturado más abundante en los alimentos y el exceso de este ácido graso en la sangre es responsable de los ateromas (UNED, 2019). En el caso de los ácidos grasos monoinsaturados, no se vio diferencia estadística significativa, siendo este un buen resultado, ya que el ácido graso más abundante en la composición química del huevo (ácido octadecenoico) no tuvo una reducción significativa. Por último, cuando hablamos de ácidos grasos polinsaturados, hubo una diferencia estadística, debido al aumento del ácido graso poliinsaturado más abundante, el ácido linoleico, comúnmente conocido como omega 6. Este aumento se debe a la adición de linaza, ya que se ve reflejada en la presencia en los huevos provenientes del grupo que recibió Zamofeed. Al igual que los huevos de Zamofeed, hubo presencia del ácido graso linolenico y hubo un aumento significativo del ácido docosapentaenoico, también conocidos como omega 3. El ácido linolenico tiene un porcentaje de 0.97% en la composición química del huevo, y en el caso del ácido docosapentaenoico hubo un aumento de 0.39% en comparación al control. Por lo tanto, la relación de omega 6/omega 3, siendo una de las más importantes, se logró disminuir de manera significativa estadísticamente. Siendo esto un beneficio ya que, a menor relación, mejor efecto tiene el omega 3 en la salud de las personas (Coronado, Vega & Gutierrez, 2004).

El omega 3 es considerado un ácido graso esencial que el humano no puede sintetizar, por lo que se debe consumir debido al efecto positivo que tiene en los fosfolípidos que forman la estructura de la membrana celular (IMNA, 2005). Además, el omega 3 es esencial para la producción de eicosanoides, siendo estos de suma importancia, ya que tienen efectos positivos en el sistema cardiovascular, pulmonar, cerebral, inmune y endocrino (Peter &

Andrea, 2012). Los huevos de control tienen 325 mg de omega 3, cumpliendo el requerimiento diario que es de 250 (EFSA 2012).

Cuadro 11. Efecto del Zamofeed en el perfil de ácidos grasos en el huevo de gallinas ponedoras.

Perfil de ácidos (%)	Tratamientos experimentales		EE±	Valor de P
	Control	Zamofeed		
C14:0	00.44	00.52	0.086	0.532
C15:0	00.13	00.11	0.011	0.422
C16:0	26.79	25.29	0.609	0.157
C17:0	00.29	00.37	0.039	0.239
C18:0	11.99	11.24	1.010	0.625
C22:0	00.09	00.18	0.062	0.397
C16:1 cis-9	02.69	02.47	0.225	0.522
C17:1 cis-10	00.17	00.17	0.007	0.768
C18:1 cis-6	00.24	00.24	0.160	0.998
C18:1 cis-9	45.63	44.31	0.911	0.363
C20:1 cis-5	00.15	ND		
C20:1 cis-8	00.16	ND		
C20:1 cis-11	00.19	00.29	0.064	0.036
C22:1 cis-13	00.18	00.19	0.036	0.315
C24:1 cis-15	00.11	00.04	0.017	0.855
C18:2n6 cis - 9,12	09.36	12.15	0.848	0.050
C18:3n6 cis - 6,9,12	00.15	00.08	0.046	0.080
C20:3n6 cis - 8,11,14	00.08	ND		
C18:3n3 cis - 9,12,15	ND	00.97		
C20:4 cis - 5,8,11,14	00.92	00.77	0.080	0.266
C22:4 cis - 7,10,13,16	00.07	ND		
C22:5 cis - 7,10,13,16,19	00.20	00.59	0.083	0.001
AGS	39.74	37.71	1.327	0.341
AGMI	49.48	47.77	1.085	0.315
AGPI	10.77	14.57	0.715	0.020
Omega 6	10.27	12.93	0.795	0.078
Omega 3	00.34	01.64	0.089	<0.001
Omega 6/omega 3	31.52	08.05	3.881	0.003

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturadas; ácidos grasos polinsaturados. ND: no detectado

Análisis de sangre.

Como se puede observar en el Cuadro 12, se logró reducir el colesterol total, HDL y LDL de la sangre de las gallinas teniendo una diferencia estadística significativa. Esto debido a la adición de fitoesteroles en la sangre de las gallinas.

Cuadro 12. Efecto del Zamofeed en el perfil lipídico sérico de las gallinas ponedoras.

Perfil lipídico (mg/dl)	Tratamientos experimentales			Valor de P
	Control	Zamofeed	EE±	
Triglicéridos	129.00	125.67	2.173	0.339
Colesterol total	114.25	81.00	4.302	0.005
LDL	45.75	36.00	1.782	<0.001
HDL	64.50	35.00	2.131	0.018

LDL: Lipoproteína de baja densidad; HDL: Lipoproteína de alta densidad

Disposición de compra.

Para la entrevista se utilizó un instrumento (Anexo 9), con el fin de poder determinar la disposición de compra de los diferentes mercados en Tegucigalpa y San Pedro Sula. En el caso de Tegucigalpa, se entrevistó al supermercado Delikatessen, Diprova, La Colonia, Hortifruti/Walmart, y a un grupo de estudiantes de nutrición, de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH). En San Pedro Sula, se realizaron las entrevistas a los supermercados Los Andes, El Colonial, American Market, y a restaurantes como Fitgrill y Flora. También se entrevistó a una entrenadora y nutricionista en uno de los gimnasios más influyentes de la ciudad, Érei.

Tegucigalpa, Francisco Morazán.

En las entrevistas realizadas en Tegucigalpa, se reflejó una aceptación por parte de los lugares entrevistados. No obstante, recomiendan que, con productos innovadores en los mercados, se debe de realizar un plan de marketing masivo, para poder transmitir la información a los consumidores, de esta manera convencerlos a poder adquirir el producto. Tres supermercados de Tegucigalpa (Delikatessen, La colonia, Hortifruti/Walmart), afirman que el color es un producto importante para la decisión de compra en los consumidores, haciendo ver al producto de calidad, al contrario de Diprova que no lo ve como un factor de compra. Todos los huevos de estas empresas ubicadas en Tegucigalpa son de origen nacional.

En el momento en que se realizaron las entrevistas, los huevos corrientes del mercado tienen un precio aproximado de HNL 3 c/u. Por lo que, La Colonia y Hortifruti/Walmart recomiendan una diferencia de 10% hasta un 15% sobre el precio de un huevo corriente, ya que el producto siempre es un commodity, y el negocio de los huevos es en volumen. Diprova y Delikatessen afirman que, si se puede comercializar el producto a un mayor precio, por último, el grupo de nutricionistas estarían dispuestos a pagar sin ningún problema HNL 4, debido a las características que el producto tiene.

En ningún negocio de los mencionados anteriormente en Tegucigalpa, se ha comercializado este producto, a excepción de Hortifruti/Walmart, aproximadamente hace 4 años se comercializaba el producto teniendo un impacto positivo en el mercado, esta empresa, aplicó una publicidad masiva de las características del huevo, no obstante, esta empresa utilizaba harina de pescado para poder aumentar el nivel de omega 3, haciendo que los costos de este producto se elevaran, por lo que tuvieron que discontinuar el producto. El producto se vendía a HNL 90.00 el cartón de 30 huevos.

Las presentaciones más comerciales en todos los supermercados son de 15 unidades, por lo que se recomienda comercializar en dicha presentación. Sin embargo, recomiendan tener una presentación económica pero llamativa, para diferenciarse de un huevo corriente. Según el gerente de Hortifruti/Walmart, el factor de decisión de compra de los huevos es por el tamaño y no por el precio, sin embargo, ellos tienen una relación 80/100 de huevos medianos en sus localidades.

San Pedro Sula, Cortés.

En las entrevistas realizadas en San Pedro Sula, hubo una aceptación por parte de los supermercados, restaurantes y nutricionistas, determinando que la clave para poder vender este producto es transmitiendo toda la información posible de las cualidades del producto en la salud de las personas. De los tres supermercados entrevistados en la ciudad, se determinó que solo El Colonial afirma que el color del huevo puede ser un factor de decisión de compra para los clientes. En el caso de los restaurantes, Fitgrill considera que el cambio de color es algo importante, para poder diferenciar el producto sobre un huevo convencional, y por último, la nutricionista entrevistada, considera que el color tiene un impacto positivo en la decisión de compra, ya que se asocia como un producto de campo.

Se determinó que existe una mayor disposición de pago por el huevo convencional, los precios oscilan de HNL 3 hasta HNL 5 la unidad de huevo. En el caso del supermercado El Colonial y Los Andes, que venden huevos orgánicos, los venden a un precio mayor que al resto del mercado. Los Andes vende a HNL 160 el cartón de 30 huevos, y en el caso de El Colonial lo venden a HNL 100 el cartón de 30 unidades. En el caso del supermercado El Colonial y Fitgrill, consideran que un producto con estas características se podría pagar hasta una diferencia del 100% del precio de este producto. En esta ciudad, es la primera vez que se muestra un producto con estas cualidades.

Al igual que en Tegucigalpa, se recomienda empezar con una presentación de 15 unidades, debido a que es la más comercial en todos los supermercados. En el caso de los restaurantes, se determinó que el cartón de 30 unidades es el ideal debido a que es la presentación con más huevos y es de mayor practicidad para los mismos.

4. CONCLUSIONES

- Se determinó por medio del análisis estadístico que el Zamofeed aumenta la producción diaria de huevos, la calidad, en especial la altura de álbum y la unidad Haugh, el color incrementó a 4 según la escala de Roche en la semana 4. Sin embargo, debido al aumento de la producción, disminuyó la calidad con respecto al grosor de la cáscara, la fuerza de fractura, y el peso del huevo, por ende, el tamaño también.
- Estadísticamente se reflejó un cambio positivo en la composición sanguínea de la gallina, ya que se logró reducir el nivel de colesterol y triglicéridos, debido a la inclusión de linaza y fitoesteroles en la dieta.
- Se determinó un aumento en el nivel de omega 3, cada huevo de 60 gramos tiene aproximadamente 325 mg de omega 3 y se logró reducir un 11.92% de colesterol en el huevo.
- Se determinó que en ambas ciudades (San Pedro Sula y Tegucigalpa) están dispuestos a pagar por un producto con estas características, pero cabe recalcar que se vio una mejor disposición de pago en San Pedro Sula en comparación a Tegucigalpa.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio para determinar si existe el mismo efecto de linaza en el alimento si es utilizado en grano en lugar de harina, con el fin de evitar el enranciamiento en la dieta.
- Determinar el costo de un huevo promedio en la unidad de producción de aves de la Escuela Agrícola Panamericana.
- Realizar un estudio nutricional sobre los efectos que este huevo puede tener en la salud de las personas, para lograr determinar a qué parte de la población puede ser de mayor utilidad.
- Realizar un estudio de mercado para poder determinar el precio que el mercado está realmente dispuesto a pagar por este producto, que porcentaje tendrá este producto en la participación de mercado de los huevos, a que mercado puede ir dirigido, que tamaño y en qué presentación se debería comercializar el producto

6. LITERATURA CITADA

Carbajal Azcona, A. (2019). Manual de nutrición y dietética. Retrieved 17 September 2019, from <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-5-proteinas.pdf>

Composición nutricional del huevo | Instituto de Estudios del Huevo. (2019). Retrieved 24 July 2019, from Institutohuevo.com website: <http://www.institutohuevo.com/composicion-nutricional-del-huevo/>

Cruz, J. (2019). SAG. Retrieved 9 October 2019, from <https://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2019/newarticle/3564>

EFSA. (2012). *EFSA assesses safety of long-chain omega-3 fatty acids*. Roma: EFSA.

Guerra Morales, J., & Molina Diaz, R. (2016). *Evaluación de la calidad del huevo procedente de tres distribuidoras como propuesta para estandarización de parámetros de calidad del mercado Hondureño* (Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana.

Institute of medicine of the national academies. (2005). *DIETARY REFERENCE INTAKES FOR Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington: National Academies Press.

Karunajeewa, H. (n.d). Alimentación Factores influyentes en la pigmentación de la yema del huevo. Retrieved 24 July 2019 from <https://core.ac.uk/download/pdf/33161792.pdf>

Ling, W., & Jones, P. J. (1995). DIETARY PHYTOSTEROLS: A REVIEW OF METABOLISM, BENEFITS AND SIDE EFFECTS. Retrieved 24 July 2019

Mascaren, J. y Carné, S. (2013). Combinación de xantofilas amarillas y rojas para optimizar su utilización en broilers. Recuperado el 05 de junio de 2019, del sitio web. Disponible en: <http://www.avicultura.com/sa/012-017-Alimentación-Pigmentantes-naturales-Mascarell-Came-ITPSA-SA201112.pdf>

Nakamura Y, e. (2006). Egg consumption, serum total cholesterol concentrations and coronary heart disease incidence: Japan Public Health Center-based prospective study. - PubMed- NCBI. Retrieved 24 July 2019, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17092383>

Naranjo, F. 2014. Ajuste del peso del huevo con los requerimientos del mercado. SanMarino: Genética Avícola. <http://www.sanmarino.com.co/wp->

<content/uploads/2014/10/Ajuste-del-peso-del-huevo-con-los-requerimientos-del-mercado.pdf>

Naresh, M. (2011). *INVESTIGACION DE MERCADOS*. Pearson Educación de México S.A. de C.V.

Peter, J., & Andrea, P. (2012). *Present knowledge in nutrition* (10th ed.). Washington: Ian A. Macdonaldo.

SAG. (2013). *Sector Avícola es una industria en crecimiento*. Tegucigalpa: SAG.

Salen, G., Ahrens, E. H., & Grundy, S. M. (1970). Metabolism of β -sitosterol in man.

Sayar, R. (2018) Nutrientes del huevo, composición química, buenas prácticas. Retrieved 14 September 2019, from http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/nutrientes_huevo.pdf

SCHEIDELER, S., & FRONING, G. (1996). *The Combined Influence of Dietary Flaxseed Variety, Level, Form, and Storage Conditions on Egg Production and Composition Among Vitamin E-Supplemented Hens* (Doctorado). University of Nebraska.

Secretaria de Agricultura y Ganadería. (2017). *Un 4 por ciento crecerá la industria avícola en el 2018*. Tegucigalpa: sag.gob.hn.

SENASA. (2009). *Honduras celebra el Seminario Internacional de Actualización Avícola*. Tegucigalpa: SENASA.

Tello Gracia, D., & Guerrero Villamil, D. (2007). *INCLUSIÓN DE LINO “Linum usitatissimum L.” EN LA DIETA DE PONEDORAS PARA LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS ENRIQUECIDOS CON ÁCIDO GRASO α -LINOLÉNICO (Omega 3)* (Zootecnista). La Salle.

Weggemans RM, e. (2001). Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. - PubMed - NCBI. Retrieved 24 July 2019, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11333841>

7. ANEXOS

Anexo 1. Ficha de costos de cada ingrediente, y total de ingredientes por tratamiento.

	LPS/LB (HNL)	Control positivo (HNL)	Alimento alternativo (HNL)
Harina 1	03.00	178.50	174.18
Harina 2	05.40	135.00	128.95
Harina 3	14.00	0.00	42.00
Harina 4	634.77	0.00	95.22
Vitamina 1	24.00	2.88	2.88
Grasa	8.20	28.86	24.68
Vitaminas y minerales	29.00	5.80	5.80
Mineral 1	1.65	0.58	0.58
Mineral 2	9.97	15.45	15.45
Mineral 4	1.45	6.60	6.55
Mineral 5	0.82	3.74	3.71
Aminoácido 1	49.00	17.15	16.17
Aminoácido 2	30.00	8.10	8.10
Aminoácido 3	110.00	3.30	3.30
Colorante	36.00	0.00	54.00
Total		405.96	581.58

Anexo 2. Tabla de recolección de huevos diarios.

Cantidad de Huevos diarios					
	Control	Tratamiento		Control	Tratamiento
Dia 1	90	124	Dia 22	77	81
Dia 2	78	118	Dia 23	50	52
Dia 3	51	138	Dia 24	39	64
Dia 4	74	139	Dia 25	55	67
Dia 5	74	129	Dia 26	81	97
Dia 6	71	121	Dia 27	65	100
Dia 7	76	132	Dia 28	66	101
Dia 8	83	137	Dia 29	98	116
Dia 9	93	122	Dia 30	108	124
Dia 10	120	128	Dia 31	110	124
Dia 11	113	131	Dia 32	118	126
Dia 12	117	133	Dia 33	124	130
Dia 13	124	138	Dia 34	122	129
Dia 14	111	119	Dia 35	140	134
Dia 15	123	108	Dia 36	108	115
Dia 16	124	112	Dia 37	122	114
Dia 17	104	95	Dia 38	113	118
Dia 18	94	78	Dia 39	125	120
Dia 19	54	47	Dia 40	127	119
Dia 20	69	72	Dia 41	126	116
Dia 21	76	75	Dia 42	138	143

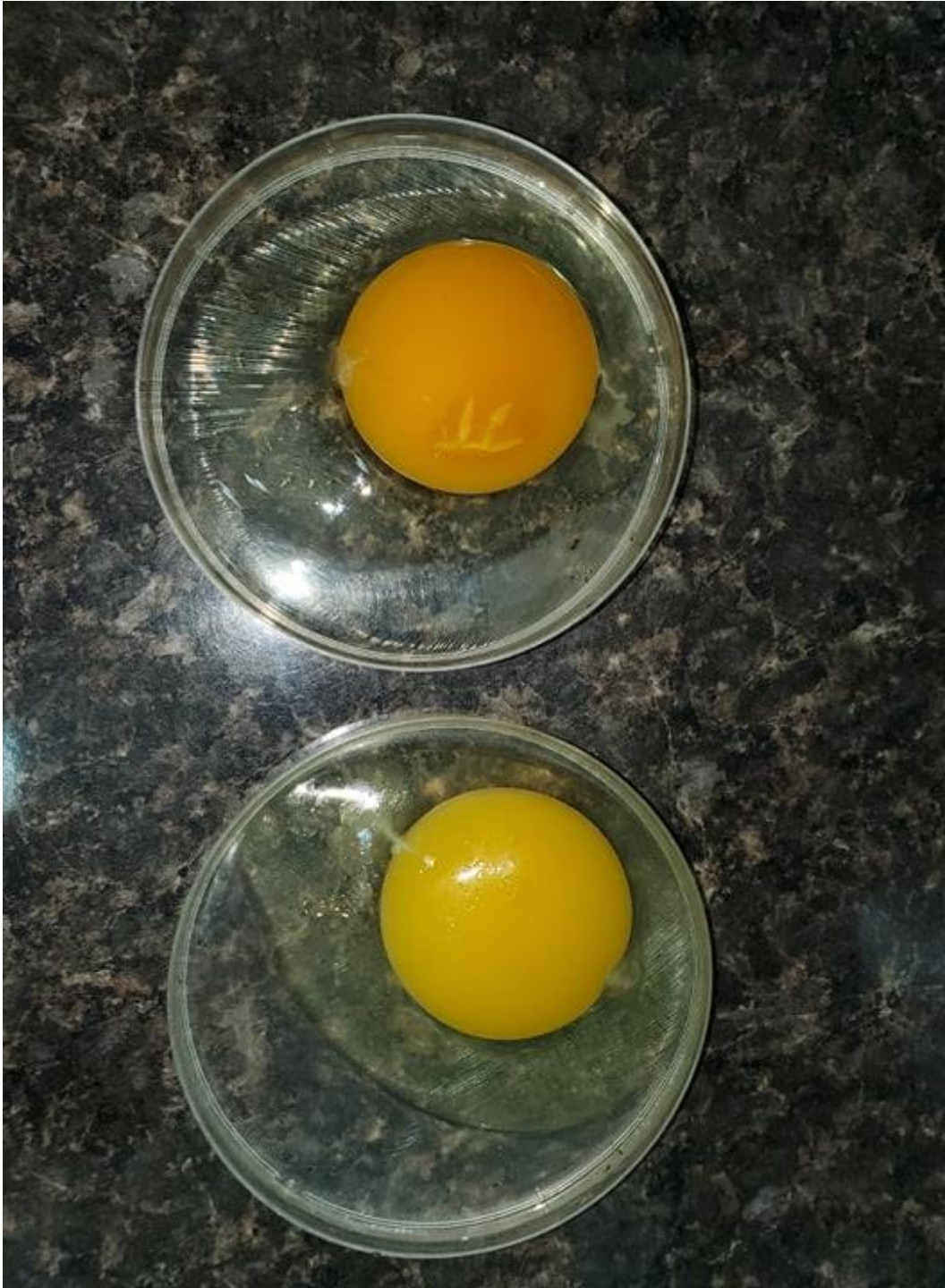
Anexo 3. Producción diaria de huevos del grupo control.



Anexo 4. Producción diaria de huevos del grupo de tratamiento.



Anexo 5. Color de la yema de tratamiento (Yema superior) y control (Yema inferior).



Anexo 6. Condensación de reflujo en la etapa de saponificación del análisis de colesterol.



Anexo 7. Etapa de extracción del análisis de colesterol.



Anexo 5. Extracción de grasa cruda mediante Soxtec.



Supermercado

- ¿Qué tanta demanda tiene el huevo en su localidad?
- ¿Cómo está la oferta en el país? ¿Hay competencia externa?
- ¿Qué precios se manejan normalmente?
- ¿Hay gente que no consume huevo, por qué cree?
- ¿Sabe que es Omega 3 y que beneficios tiene?
- ¿Sabe que es Colesterol y los efectos que tiene en el cuerpo?
- ¿Cree que el color de la yema tiene un impacto en la decisión de compra del consumidor?
- ¿Sabe cuántos huevos se deben de consumir al día?
- ¿Qué opina de un huevo con omega 3 y menor cantidad de colesterol?
- ¿Clientes han solicitado este producto?
- ¿Anteriormente se ha intentado implementar este producto? ¿Si es así, cuáles fueron los resultados de este?
- ¿Estaría dispuesto a pagar más por un huevo con estas características, por qué?
- ¿Había visto un producto con estas características, que impacto ha tenido en el mercado?
- ¿Qué impacto cree que tenga este producto en el mercado?
- ¿Cuál es el factor de compra que ustedes y los clientes utilizan para la compra de un huevo?

Restaurantes y Hospitales

- ¿Qué tanta demanda tiene el huevo en su localidad?
5 cartones de 30 a la semana
- ¿Cómo está la oferta en el país?
- ¿Qué precios se manejan normalmente?
- ¿Hay gente que no consume huevo, porque cree?
- ¿Sabe que es Omega 3 y que beneficios tiene?
- ¿Sabe que es Colesterol y los efectos que tiene en el cuerpo?
- ¿Cree que el color de la yema tiene un impacto en la decisión de compra del consumidor?
- ¿Sabe cuántos huevos se deben de consumir al día?
- ¿Qué opina de un huevo con omega 3 y menor cantidad de colesterol?
- ¿Clientes han solicitado este producto?
- ¿Anteriormente se ha intentado implementar este producto? ¿Si es así, cuáles fueron los resultados de este?
- ¿Estaría dispuesto a pagar más por un huevo con estas características, por qué?
- ¿Había visto un producto con estas características, que impacto ha tenido en el mercado?
- ¿Qué impacto cree que tenga este producto en el mercado?
- ¿Cuál es el factor de compra que ustedes utilizan para la compra de un huevo?
- ¿Si ustedes compraran este huevo, reflejarían las cualidades de este en su localidad para retornar la inversión?