

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN GALLINAS PONEDORAS
ALIMENTADAS CON TORTA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis*) Y
ENZIMAS β -GLUCANASA Y XILANASA”**

Presentada por:
JOSÉ IGNACIO GALARZA FREILE

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Lima – Perú
2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN GALLINAS PONEDORAS
ALIMENTADAS CON TORTA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis*) Y
ENZIMAS β -GLUCANASA Y XILANASA”**

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

Presentada por:
JOSÉ IGNACIO GALARZA FREILE

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Jorge Calderón Velasquez
Presidente

Mg.Sc. Marcial Cumpa Gavidia
Patrocinador

Mg.Sc. José Cadillo Castro
Miembro

Mg.Sc. José Sarria Bardales
Miembro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi Madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mi Padre que a pesar de nuestras diferencias físicas, siento que está conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, se que está orgulloso de mi.

A mi Esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas tanto profesionales como personales.

A mi adorado Hijo, a quien siempre apoyaré y cuidaré para verlo hecho una persona capaz y que pueda valerse por si mismo.

A mis Hermanos que son mi guía desde mi infancia.

A mis Amigos, a quien agradezco el apoyo siempre.

A mis Maestros y Doctores que impartieron los cursos de Maestría, quienes nos hicieron ver las cosas de otra forma, en algunos como un calvario, pero al final que, si hay soluciones, solo es cuestión de aprender a esforzarse y buscar para obtener un mayor conocimiento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme todo mi camino y darme fuerzas para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda esta etapa de estar lejos de mi familia.

A mis padres, que me demostraron ser unos padres ejemplares y que me han enseñado a no rendirme jamás y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi esposa que durante estos años de carrera ha sabido apoyarme para continuar y nunca renunciar, gracias por su amor incondicional y su apoyo siempre.

A mi hijo, que es el motor primordial que me da fuerzas y ánimo para seguir adelante para ser un buen ejemplo para él.

A mis amigos que entre risas, bromas y juegos hemos culminado con éxito este gran proyecto.

A mis profesores por toda la colaboración brindada durante la elaboración y culminación de este logro.

Y gracias a todos los que me brindaron su apoyo incondicional para alcanzar esta meta.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.2 Forma de obtención y procesamiento de la torta de palmiste	4
2.3 Composición química y valor nutritivo	6
2.4 Utilización de la torta de palmiste en la nutrición avícola	8
2.5 Uso de enzimas exógenas en la nutrición avícola	9
III MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Lugar y periodo de ejecución	13
3.2 De los animales experimentales	13
3.3 Productos a evaluar	13
3.4 Materiales y equipos	14
3.5 Recopilación de información	15
3.6 Programa de alimentación	15
3.7 Tratamientos	15
3.8 Manejo experimental	17
3.9 Parámetros evaluados	17
3.9.1 Parámetros de producción	17
3.9.2 Consumo de nutrientes	18
3.9.3 Calidad de huevo	19
3.9.4 Retribución económica y mérito económico	20
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1 Comportamiento productivo	22
4.1.1 Peso inicial y peso final	22
4.1.2 Ganancia de peso	22
4.1.3 Consumo de alimento y conversión alimenticia	24
4.1.4 Producción de huevos	24

4.1.5	Peso de huevo y masa de huevo acumulada	25
4.2	Consumo de nutrientes	26
4.2.1	Consumo de proteína cruda, energía metabolizable y fibra cruda	26
4.2.2	Consumo de lisina, metionina y metionina + cistina	26
4.3	Parámetros de calidad de huevo	28
4.3.1	Pigmentación de huevo	28
4.3.2	Espesor de cáscara de los huevos	28
4.3.3	Altura de la clara y altura de yema de los huevos	30
4.3.4	Unidades Haugh	30
4.4	Retribución económica y mérito económico	31
V	CONCLUSIONES	33
VI	RECOMENDACIONES	34
VII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
VIII	ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Cuadro 1: Composición química y el valor nutritivo de la torta de palmiste.	7
Cuadro 2: Análisis químico de la torta de palmiste.	14
Cuadro 3: Composición y valor nutricional calculado de las dietas experimentales según tratamiento.	16
Cuadro 4: Comportamiento productivo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas).	23
Cuadro 5: Consumo de nutrientes en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas).	27
Cuadro 6: Calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas).	29
Cuadro 7: Retribución y mérito económico en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de enzimas β -glucanasa y xilanasa (12 semanas).	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Diagrama de operaciones de la torta de palmiste.	5

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo I:	Fotografías del experimento. 41
Anexo II:	Análisis de variancia para el peso inicial en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 43
Anexo III:	Análisis de variancia para el peso final en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 43
Anexo IV:	Análisis de variancia para la ganancia de peso en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 44
Anexo V:	Análisis de variancia para consumo de ración (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 44
Anexo VI:	Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia (g/g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 45
Anexo VII:	Análisis de variancia para la producción de huevos (%) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 45
Anexo VIII:	Análisis de variancia para peso de huevo (g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 46
Anexo IX:	Análisis de variancia para masa de huevo acumulada en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 46
Anexo X:	Análisis de variancia para la masa de huevos (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 47
Anexo XI:	Análisis de variancia para el consumo de energía metabolizable en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa. 47

Anexo XII:	Análisis de variancia para el consumo de proteína cruda en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	48
Anexo XIII:	Análisis de variancia para el consumo de fibra en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	48
Anexo XIV:	Análisis de variancia para el consumo de lisina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	49
Anexo XV:	Análisis de variancia para el consumo de metionina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	49
Anexo XVI:	Análisis de variancia para el consumo de metionina + cistina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	50
Anexo XVII:	Análisis de variancia para la pigmentación de huevo (Escala Roche) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	50
Anexo XVIII:	Análisis de variancia para el espesor de cáscara de huevo (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	51
Anexo XIX:	Análisis de variancia para la altura de clara (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	51
Anexo XX:	Análisis de variancia para la altura de yema (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	52
Anexo XXI:	Análisis de variancia para las Unidades Haugh en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.	52
Anexo XXII:	Temperatura y humedad relativa de los periodos durante el experimento.	53
Anexo XXIII:	Precio de los insumos en soles y dólares	54
Anexo XXIV:	Costo de alimentacion de las gallinas ponedoras – Perú (en Soles S/).	55
Anexo XXV:	Costo de alimentacion de las gallinas ponedoras – Ecuador (en Dolares \$).	56

RESUMEN

RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN GALLINAS PONEDORAS ALIMENTADAS CON TORTA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis*) Y ENZIMAS β -GLUCANASA Y XILANASA

Un experimento fue conducido con el objetivo de evaluar el efecto de dos niveles de torta de palmiste (3 y 6 por ciento) y la inclusión de β -glucanasa y xilanasa (0.05 por ciento) sobre la respuesta productiva en gallinas de postura. Se utilizaron 216 gallinas de postura de la línea Hy-Line Brown de huevo rosado de 46 semanas de edad por un periodo de 12 semanas. El modelo estadístico empleado fue en bloques completamente al azar con arreglo factorial 3x2 con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. La inclusión de tres por ciento de torta de palmiste mejoró significativamente el peso promedio del huevo comparado con el testigo. El nivel de seis por ciento de torta de palmiste con y sin enzimas celulolíticas; no mostraron un mejor efecto que el control, respecto al peso inicial, peso final, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevos, masa de huevo, consumo de energía, consumo de proteína, consumo de lisina, consumo de metionina + cistina, pigmentación de la yema, altura de yema, espesor de cascara, altura de clara y unidades Haugh. El tratamiento control T1 (sin palmiste y sin enzimas) presentó la mayor retribución económica y mérito económico en relación a los demás.

Palabras clave: enzimas, huevo, gallinas, producción, torta palmiste.

ABSTRACT

PRODUCTIVE PERFORMANCE IN LAYING HENS FEED WITH PALM KERNEL CAKE (*Elaeis guineensis*) AND ENZYMES β -GLUCANASE AND XYLANASE

An experiment was conducted with the objective to assess the effect of two levels of palm kernel cake (3 and 6 percent) and the inclusion of β -glucanase and xylanase (0.05 percent) on the productive response in laying hens. A total of 216 laying hens were used from the 46-week-old pink egg Hy-Line Brown line for a period of 12 weeks. The statistical model used was completely randomized blocks with 3x2 factorial arrangement with six treatments and six repetitions per treatment. The inclusion of three percent of palm kernel cake significantly improved the average egg weight compared to the control. The six percent level of palm kernel cake with and without cellulolytic enzymes; did not show a better effect than control, with respect to initial weight, final weight, weight gain, feed intake, feed conversion, egg production, egg mass, energy consumption, protein consumption, lysine consumption, methionine consumption + cystine, yolk pigmentation, yolk height, shell thickness, clear height and Haugh units. T1 control treatment (without palm kernel and without enzymes) presented the highest economic retribution and economic merit in relation to the others.

Key words: enzymes, egg, hens, production, palm kernel cake.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda por proteína de origen animal de alta calidad nutricional y económicamente más accesible, ha dado lugar a la búsqueda de alternativas que brinden a la industria avícola insumos alimenticios de producción local, que sean fáciles de conseguir y transportar, de gran disponibilidad durante todo el año, y que brinden una adecuada respuesta productiva y económica.

La palma africana (*Elaeis guineensis*) es una planta tropical, cuyo origen se ubica en el golfo de Guinea en África Occidental, este cultivo se desarrolla en climas cálidos con temperaturas mínimas superiores a 19°C y en suelos con altitudes menores a los 500 metros sobre el nivel del mar (FEDEPALMA, 2006).

En el Perú, dado la característica geografía y política de promoción, el cultivo de palma aceitera se ha convertido en uno de los negocios más importantes en la región amazónica. Según un estudio del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), el volumen nacional de producción de racimo de frutas frescas de palma aceitera aumentó de 236,000 toneladas métricas en 2006 hasta 618,000 en 2014, derivando en US\$ 56 millones en exportaciones ese mismo año.

La producción de palma africana en el Ecuador ha tenido un importante crecimiento, desde las primeras plantaciones hasta la actualidad, ubicándose como el segundo productor de la región después de Colombia. En el 2015 la cadena productiva conto con una superficie sembrada de 270 mil hectáreas y una producción de aceite crudo de 556,000 toneladas métricas (FEDAPAL, 2016).

Este cultivo es considerado de alta importancia económica para el sector agropecuario, dado las diferentes alternativas de uso, como la producción de mantecas, aceites comestibles y jabones; así como, en el proceso de industrialización se obtiene como subproducto la torta de palmiste que es utilizado en la alimentación de animales como las aves (INDUPALMA, 2016).

En los sistemas de crianza avícola intensivo, el uso de insumos alimenticios tradicionales como el maíz y la soya, se encarecen en diferentes épocas del año, generando un incremento en el precio final del producto. El uso de torta de palmiste representa una potencial alternativa económica en la alimentación de las aves y que, además no forma parte de la dieta del ser humano. Asimismo, el uso de enzimas mejora la calidad biológica del contenido de proteína y energía, eliminando factores antinutricionales y aumentando la digestión de polisacáridos no almidonados.

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar niveles de uso de torta de palmiste con y sin suplementación enzimática (β -glucanasa y xilanasa) sobre el rendimiento productivo de gallinas ponedoras, medido a través del consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, producción de huevos, masa del huevo, peso promedio del huevo, pigmentación de la yema, espesor de la cáscara, unidad Haugh, retribución y mérito económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades.

En el Perú existen más de 21,200 hectáreas dedicadas al cultivo de palma, de las cuales el 60 por ciento se encuentra en actual producción con diferentes rendimientos, localizados principalmente en Ucayali, San Martín y Loreto. La empresa privada Palmas del Espino, presenta uno de los ratios de rendimiento más altos del mundo, equivalentes a cinco toneladas métricas/ha (PROINVERSION, 2012).

La palma africana es uno de los principales cultivos en el Ecuador debido a los múltiples usos de esta planta y así también a su uso como biocombustible. Se cultiva principalmente en las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo Sucumbíos y Orellana (Ancupa, 2013).

Según datos estadísticos en la actualidad la superficie sembrada de palma en Ecuador esta alrededor de las 270 mil hectáreas, con una producción de aceite crudo de 556,000 toneladas métricas que representa alrededor del 4.5 por ciento del PBI Agropecuario y el 0.79 por ciento del PBI total ubicándose detrás de productos como banano, camarón, maíz amarillo, y al nivel de productos como cacao, flores y arroz (FEDAPAL, 2016).

La palma comienza a producir a partir de cuatro años y alcanza un nivel estable al octavo año con una producción estimada de 18 toneladas de fruta/ha; que durante el proceso de extracción genera alrededor de 3.6 toneladas/ha de aceite crudo. De la misma manera, se puede obtener de ellos entre 0.45 y 0.63 toneladas/ha de torta de palmiste (Ramírez, 2008).

Del fruto de la palma se obtienen dos tipos de aceite; el aceite crudo rojo proveniente de la pulpa; y el otro, es el aceite de palmiste proveniente de la almendra. Ambos son utilizados en la industria agroalimentaria para la producción de aceites comestibles, grasas y mantecas y en la industria oleoquímica para la fabricación de productos cosméticos, jabones y lubricantes, entre otros (Carrión y Cuvi, 1985). En la extracción del aceite de palmiste de la almendra o semilla del fruto se obtiene la torta de palmiste, que es utilizada en la elaboración de alimento balanceado para animales, aunque en cantidades poco significativas (Gómez *et al.*, 2007).

2.2 Forma de obtención y procesamiento de la torta de palmiste.

La torta de palmiste es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana; este subproducto alimenticio es de aspecto blanco grisáceo con manchas punteadas de color pardo; que se puede extraer mediante dos métodos: (a) por spellers y (b) por proceso de prensado mecánico, con la cual se tiene un alto contenido de grasa de 12 por ciento, mientras que por solventes hay un bajo contenido de grasa de aproximadamente 2 por ciento (Rivas, 2011).

El proceso para obtener la torta de palmiste se muestra en la figura 1, dándose de la siguiente manera: 1) Las almendras del fruto deben ser adecuadamente secadas (hasta un máximo de 10 por ciento de humedad) y limpiadas. 2) Antes de ingresar al extractor las almendras pasan por un limpiador de granos y 3) son trituradas en molinos especiales para luego ser laminadas en tamaños de 20 a 25 centésimas de milímetro. 4) Las almendras son transportadas dentro del extractor sobre un tapiz rodante, donde simultáneamente reciben en contra corriente un baño de hexano (solvente) proceso donde se extrae el aceite de las almendras. 5) Seguidamente la mezcla de aceite y hexano es separada a través de un desolventizador y a continuación es trasladada a un equipo de secado y enfriado (Caicedo, 1982).

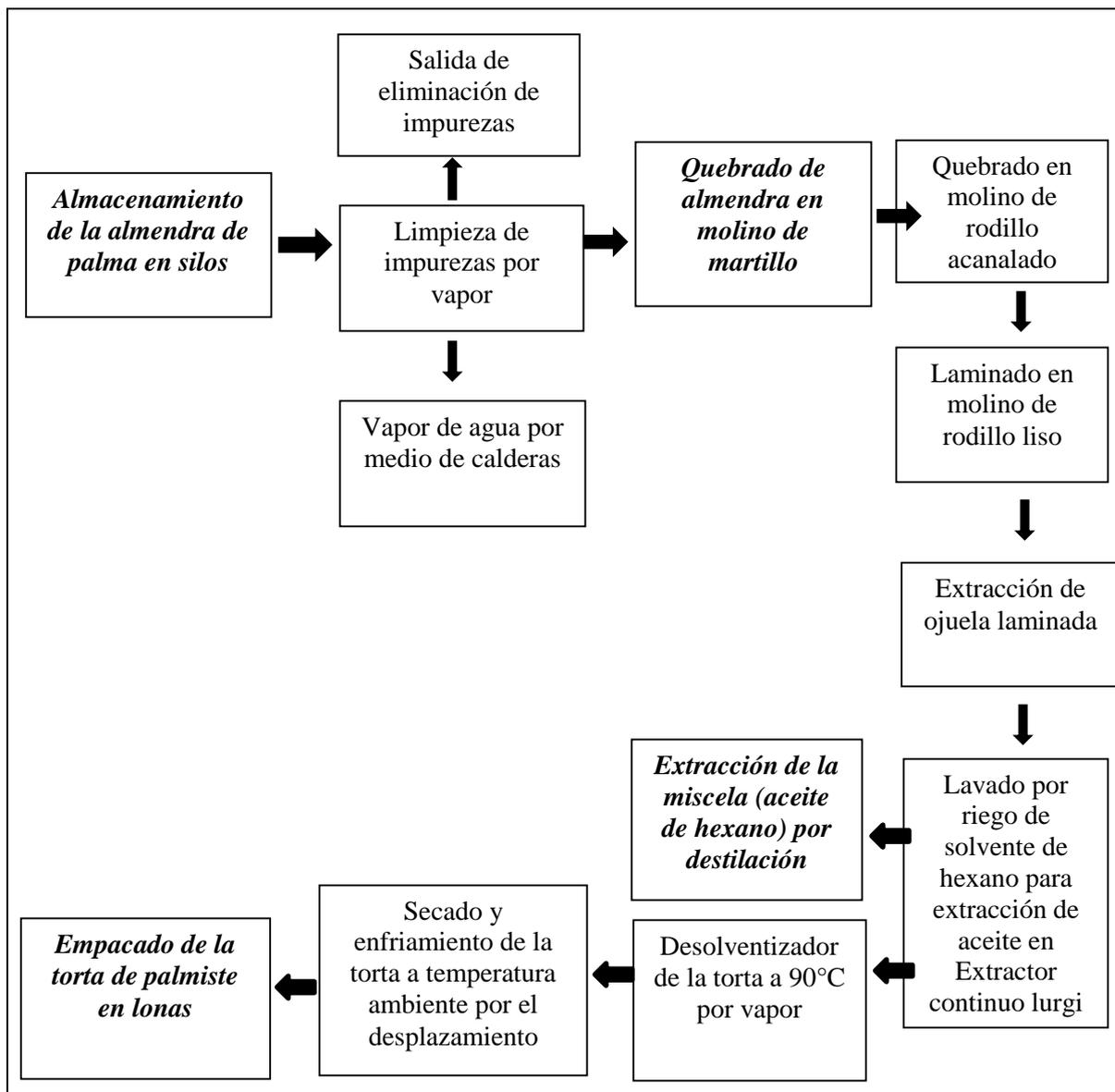


Figura 1: Proceso de obtención de torta de palmiste

Fuente: Elaboración propia

2.3 Composición química y valor nutritivo.

La composición química y la digestibilidad del palmiste, varía de acuerdo al contenido de tegumentos de la almendra de palma, así como al contenido de aceite residual (Piccioni, 1970).

De acuerdo a la información presentada por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal - FEDNA (2015), el contenido de energía metabolizable aparente de la torta de palmiste por extracción mecánica (presión) en gallinas ponedoras es de 1,135 kcal/kg. Alava (2006) señala que la naturaleza fibrosa y arenosa de la torta de almendra de palma africana es uno de los factores limitantes de su uso en la alimentación de animales monogástricos. Por otra parte, Zumbado (1990) y Ocampo (1994) determinaron valores de fibra cruda que superaron el 17 por ciento.

La presencia de fibra cruda en el alimento para las aves reduce su contenido energético y puede afectar la digestibilidad de otros nutrientes, principalmente aminoácidos, debido a la formación de geles y a la interferencia con las enzimas digestivas (Jakson, 2009).

El contenido de fibra neutra digestible de este subproducto es de 55 a 65 por ciento y la lignina acidificada digestible es de 6 a 9 por ciento, siendo compensada con un apreciable contenido en grasa de 7 a 10 por ciento (FEDNA, 2015).

La torta de palmiste es considerada como una fuente proteica de regular calidad, que utilizada adecuadamente, de acuerdo a las características y condiciones propias de cada especie, ofrece la posibilidad de lograr buenos resultados (Ocampo, 1994). Hartley (1983) indicó un contenido de proteína de 18 al 19 por ciento considerándolo como la más baja en valor proteico entre las tortas de leguminosas. Por otra parte, Mc Donald *et al.* (2011) señalaron un contenido de metionina y lisina de 0.47 y 0.69 por ciento. FEDNA (2015) indicó que el perfil de la proteína en aminoácidos esenciales de la torta de palmiste es baja a pesar de presentar una concentración alta de metionina de 1.8 por ciento sobre proteína bruta, pero baja en lisina y treonina con 2.9 y 3.0 por ciento.

La concentración de calcio y fósforo es similar a otras tortas oleaginosas, excepto en el nivel de potasio que es inferior. El contenido de hierro es alto y es especialmente destacable su alto contenido en manganeso que ascienden a 200 mg/kg (FEDNA, 2015).

Cuadro 1: Composición química y el valor nutritivo de la torta de palmiste.

Análisis (%)	Ahdulla (1995)	Torres (2002)	Ferreira (2012)	FEDNA (2015)
Humedad	10.10	10.50	6.80	8.80
Energía (kcal/kg)	-	2000	-	-
Proteína total	15.90	16.50	13.00	16.70
Grasa	1.10	1.50	-	7.80
Fibra cruda	-	16.00	-	21.00
Ceniza	5.10	5.90	-	4.50
ELN	-	-	-	-
Calcio	-	0.20	-	0.37
Fósforo	-	0.20	-	0.63
Lisina	-	0.48	-	0.46
Metionina	-	0.24	-	0.30

2.4 Utilización de la torta de palmiste en la nutrición avícola.

Debido a la baja palatabilidad y su alto contenido de fibra que reduce la digestibilidad, el uso de torta de palmiste en avicultura es muy limitado. Existen amplias variaciones en la proporción óptima en raciones avícolas, lo que se debe principalmente al origen y variaciones en el contenido utilizado de aceite y cáscaras (Mc Donald *et al.*, 2011).

FEDNA (2015), señala que la utilización de torta de palmiste se ve restringida en dietas para aves debido a su baja palatabilidad, alto nivel de fibra y bajo nivel de proteína, el límite máximo de incorporación que sugiere en dietas de ponedoras es de 1 por ciento.

Ariff *et al.* (1998) mencionaron que inclusiones superiores a 20 por ciento de torta de palmiste en dietas para aves puede afectar la conversión alimenticia y la ganancia de peso, principalmente por la presencia de altos niveles de β -mananos (30 por ciento) que posee la torta de palmiste.

Yeong *et al.* (1981) estudiaron el efecto de diferentes porcentajes de inclusión de torta de palmiste (hasta 30 por ciento) sobre el rendimiento productivo de gallinas ponedoras; determinando que niveles superiores al 15 por ciento de inclusión de torta de palmiste afectaron negativamente el consumo y conversión alimenticia, mientras que el peso de los huevos fue afectado negativamente con inclusiones superiores a 20 por ciento de torta de palmiste.

Sin embargo, investigaciones realizadas por Radim *et al.* (1999), mostraron que es posible utilizar hasta 25 por ciento de torta de palmiste en las dietas para gallinas, sin afectar su desempeño ni la calidad interna de los huevos; sin embargo, estos autores consideraron que el máximo rendimiento productivo se lograría con niveles de inclusión de torta de palmiste de 20 por ciento, mientras que la calidad interna de los huevos se maximizaría a un nivel de 15 por ciento.

Asimismo, Adrizal *et al.* (2011), investigaron el efecto de tres niveles de torta de palmiste 0, 15 y 30 por ciento en dietas isocalóricas que tenían como máximo 13.2 por ciento de fibra cruda, en gallinas de postura de 48 semanas de edad. Los autores determinaron que los niveles de torta de palmiste no afectaron la producción de huevos, la conversión alimenticia, ni el peso del huevo. Las características de calidad de huevo (altura de albúmina, unidades Haugh, grosor de la cáscara de huevo y área de huevo) de las gallinas alimentadas con 15 o 30 por ciento de torta de palmiste fueron similares al tratamiento control. Así, es posible incluir hasta 30 por ciento de torta de palmiste en las dietas para ponedoras sin afectar el desempeño de las aves.

2.5 Uso de enzimas exógenas en la nutrición avícola.

Las enzimas son largas cadenas de aminoácidos ligados mediante enlaces peptídicos; siendo catalizadores biológicos muy eficaces presentes en todos los sistemas biológicos, que aceleran en el organismo diversas reacciones químicas, controlan los procesos metabólicos mediante los cuales los nutrientes se convierten en energía y fuentes de elementos para nuevas estructuras celulares (Simon *et al.*, 1998).

Son varias las enzimas disponibles que tienen un efecto directo sobre un sustrato. Estas enzimas van a actuar como catalizadores de procesos metabólicos (Martinez, 2012) mejorando la digestibilidad de los nutrientes: (1) Liberando los nutrientes ligados a sustancias insolubles que impiden su absorción y digestión (ejemplos: β -glucanasas, xilanasas y fitasas; y (2) Actuando directamente sobre los nutrientes, favoreciendo su digestión y metabolismo, como por ejemplo las proteasas (Slominski, 2011).

Es importante recalcar que cualquiera sea la forma de uso, para elegir la inclusión de una o más enzimas se debe tener en cuenta el sustrato presente en las materias primas de la formulación, nivel de actividad enzimática que se requiere, estabilidad de la enzima en el aparato digestivo, necesidades de enzimas a utilizar, costos y beneficios del uso de las enzimas (Bedford, 2000).

Los productos enzimáticos comerciales existentes en el mercado normalmente son complejos o cócteles multienzimáticos que aumentan el contenido de energía, proteína, aminoácidos, o de minerales, como el fósforo. Esto, evidentemente reduce el costo del alimento, ya que se aumenta el valor nutritivo del mismo, hace posible el uso de mayores niveles de inclusión de ingredientes que de otra manera no sería posible, lo cual resulta en un aumento de la productividad (Bedford y Cowieson, 2012).

Hoy día es inviable la producción aviar sin la utilización de enzimas en sus alimentos. Las enzimas ayudan en el proceso digestivo, producen energía, eliminan productos de desecho y regulan muchas funciones metabólicas (Bedford y Cowieson, 2012). Las enzimas exógenas no tienen ninguna función nutricional directa, pero ayudan al proceso digestivo mediante la mejora de la digestibilidad de los nutrientes en la dieta (Campestrini *et al.*, 2005).

Bedford (2000) indicó que hay tres grupos de enzimas exógenas utilizado en las dietas para aves: (a) enzimas para ingredientes con baja viscosidad (maíz, sorgo y soja); (b) enzimas para ingredientes de alta viscosidad (trigo, centeno, cebada y salvado de arroz) y (c) enzimas para degradar el ácido fítico de los granos, siendo que los dos primeros grupos está constituido por las carbohidrasas.

La presencia de polisacáridos no amiláceos (PNA) resulta indeseable en las dietas para monogástricos, debido a que estos animales no cuentan con enzimas para degradar estos compuestos (Bedford, 2000). Los PNA disminuyen la absorción y aprovechamiento de los nutrientes en la dieta, especialmente de las grasas y proteínas (Annison y Choct, 1991). Actualmente se reconocen los efectos beneficiosos en los animales monogástricos, al suplementar con enzimas las raciones con contenidos apreciables de PNA (Bedford y Classen, 1992) como los de la palma africana.

La adición de enzimas a los alimentos mejora el aprovechamiento digestivo aumentando su valor nutritivo y la digestibilidad de las materias primas que contienen nutrientes escasamente digestibles para las aves como es el caso de los β -glucanos. Como consecuencia se hidrolizan los PNA, reduciendo la viscosidad intestinal y permitiendo controlar la proliferación de la flora intestinal del ave (Buxadé, 2000).

Trabajando con ponedoras y con dietas a base de maíz y soja, Sheideler *et al.* (2005) evaluaron los efectos de la utilización de un complejo enzimático a base de xilanasas, proteasa y amilasa en dietas con niveles energéticos normales y bajos (2,890 y 2,805 kcal / kg) sobre el rendimiento, las características del huevo y la retención de nutrientes en ponedoras de 25 a 40 semanas de edad. Las dietas contenían el 0.075 por ciento del complejo enzimático cuya concentración era de 1000 U/g de xilanasas, 4000 U/g de proteasa y 2000 U/g de α -amilasa. Los resultados obtenidos mostraron que la adición de las enzimas aumentó en 5.3 y 6.4 por ciento, la producción y peso de los huevos, respectivamente.

Comercialmente, las carbohidrasas más utilizadas en la formulación de dietas que contienen ingredientes con alto nivel de fibra son las glucanasas (β -glucanasas, y endo- β -glucanasas) y las xilanasas. Estas enzimas mejoran la digestibilidad de los nutrientes y consecuentemente el performance de las aves (Bedford, 2000).

Pack *et al.* (1998) mencionaron que la adecuada utilización de las carbohidrasas puede mejorar la digestibilidad de las materias primas y reducir la variabilidad de estas de la siguiente manera:

- a) Rompiendo la pared celular y permitiendo el acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes encapsulados.
- b) Inactivando los factores antinutricionales encontrados en los cereales y en las fuentes de proteína vegetal.

- c) Suplementando el sistema enzimático del animal.
- d) Reduciendo la viscosidad de la dieta causada por las fibras solubles, mejorando la digestión efectiva de las enzimas endógenas.
- e) Además, permiten que otras enzimas endógenas y/o suplementadas puedan acceder a los nutrientes, con lo que se consigue una doble acción enzimática.

En la producción de pavos, Mathlouthi *et al.* (2003a), demostraron que la viscosidad intestinal se redujo en las dietas a base de trigo y cebada, suplementadas con xilanasas y β -glucanasas, mejorando la retención de energía y proteína, lo que posiblemente conllevó a mejorar los índices productivos de los pavos.

En la producción de gallinas ponedoras Mourao *et al.* (2006), suplementaron una dieta a base de alfalfa y centeno, con glucanasas y xilanasas. La alfalfa es una buena fuente de xantofilas importantes para la obtención de yemas amarillas en los huevos, sin embargo, tiene un alto contenido de fibra, por lo que su incorporación en la dieta debe ser limitada. De acuerdo con los resultados de este estudio, los parámetros productivos y pigmentación de la yema mejoraron con la inclusión de las enzimas.

Chong *et al.* (2008), evaluaron los efectos de la inclusión de 0, 12.5 y 25 por ciento de torta de palmiste suplementadas con un complejo enzimático de carbohidrasas y proteasa sobre el desempeño productivo y calidad de huevo en ponedoras de 28 semanas de edad. En las dietas con 12.5 por ciento de torta de palmiste, la inclusión de las enzimas mejoró significativamente el consumo y conversión alimenticia de las aves, siendo los resultados superiores numéricamente en comparación con los otros tratamientos. En las dietas con 25 por ciento de torta de palmiste, la inclusión de las enzimas mejoró la producción de huevos y la pigmentación de la yema.

Soto-Salanova y Fuente (1997) y Safaa *et al.* (2009) informaron que la inclusión de xilanasas y β -glucanasas, mejoró el porcentaje de producción de huevos en gallinas alimentadas con dietas a base de maíz y soya con adición de 8 y 16 por ciento de salvado de trigo y sorgo, respectivamente.

Sheppy y Le (1996), encontraron efectos positivos de la inclusión de xilanasas y β -glucanasas de forma independiente o combinada sobre la calidad interna del huevo de ponedoras comerciales alimentadas con trigo y cebada, no encontrándose efectos significativos de las enzimas sobre el rendimiento productivo de las aves.

Estudios realizados por Mathlouthi *et al.* (2003b) en gallinas Isa Brown de 45 semanas de edad, alimentadas con dos tipos de dieta a base de maíz y soya, y trigo y cebada, con y sin suplementación de xilanasa y glucanasa, mostraron que en ambas dietas la inclusión de las enzimas mejoró significativamente la conversión alimenticia de las aves. En las dietas a base de maíz y soya, no se encontraron efectos significativos de las enzimas sobre la producción de huevos, peso y masa de los huevos. Sin embargo, en las dietas a base de trigo y cebada, se observó mejoras significativas de las enzimas sobre la producción de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y periodo de ejecución.

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura del Programa de Investigación y Proyección Social en Aves de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en la Av. La Molina s/n, distrito de La Molina, en el departamento de Lima - Perú, desde el 01 de febrero hasta 14 de abril del 2017, con una duración de 12 semanas.

Previo al experimento, del 10 al 30 de enero de 2017 se realizó un periodo de adaptación de las gallinas ponedoras durante 21 días, para evitar un efecto de la ración anterior en los parámetros productivos y calidad del huevo.

3.2 De los animales experimentales.

Se emplearon 216 gallinas ponedoras de 46 semanas de edad de la línea comercial Hy Line Brown de huevo rosado, distribuidas al azar en seis (6) tratamientos, con seis (6) repeticiones cada una; teniendo así 36 unidades experimentales (jaulas) con 6 gallinas en cada una. Las aves tuvieron un peso corporal promedio de 2.1 kg con un rango de variación de ± 5 por ciento.

3.3 Productos a evaluar.

Torta de palmiste: subproducto del procesamiento del aceite de palma que tiene un adecuado y disponible contenido de energía y proteína, dada la mayor disponibilidad el producto a evaluar fue importado del Ecuador (cuadro 2).

Enzimas β -glucanasas y xilanasas: cóctel enzimático comercial compuesto por xilanasas y β -glucanasas, elaborada a base de la cepa bacteriana *Bacillus subtilis*. La endo-1,4- β -xilanasas de origen bacteriano (IU 3.2.1.8), está diseñada para su uso en la nutrición animal.

En el cuadro 2 se presentan los resultados del análisis químico de la torta de palmiste (insumo importado de Ecuador) realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cuadro 2: Análisis químico de la torta de palmiste.

Análisis (%)	Resultado
Humedad	7.98
Proteína Total (N x 6.25)	16.12
Energía metabolizable, kcal/kg	2260
Grasa	7.94
Fibra cruda	16.87
Ceniza	3.83
ELN	50.26

Fuente: LENA N° 0658/2016.

3.4 Materiales y equipos.

El ensayo experimental se llevó a cabo bajo el sistema tradicional de crianza en jaulas, las gallinas fueron albergadas en una estructura de jaulas de dos pisos apoyadas sobre soportes de fierro, ubicadas a una distancia de 0.75 m del suelo, la estructura de la jaula presentó una pendiente de 10 por ciento para facilitar la recogida de los huevos.

Cada jaula (dimensión de 0.61 m de largo, 0.50 m de ancho y área de 0.05 m² por ave), contó con un comedero galvanizado tipo canaleta de forma trapezoidal, cuya ubicación por la parte anterior estuvo a 0.78 m de altura del piso, acoplado por ganchos de alambre, el agua se suministró con bebederos tipo niple, el flujo de agua fue regulado por presión con una proporción mínima de 60 ml por minuto.

Se utilizó tres tipos de balanza: una de plataforma de 500 kg de capacidad, una de tipo reloj colgante de 10 kg y otra de precisión, con una sensibilidad de 0.1 g, utilizada para tomar el peso individual. Se emplearon además bandejas porta huevos de plástico para el recojo y evaluación de los huevos.

3.5 Recopilación de información.

Los datos se registraron diariamente en una libreta de campo, para luego ser revisados, ordenados y tabulados electrónicamente creando una base de datos en el formato del programa excel de acuerdo a los parámetros o indicadores en estudio, para finalmente ser analizados estadísticamente con el software SAS versión 9.2.

3.6 Programa de alimentación.

La preparación de las dietas se realizó en forma semanal en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura del Programa de Investigación y Proyección Social en Aves de la Facultad de Zootecnia. El alimento se suministró en forma de harina en una cantidad de 120 g/día por gallina, repartido a las 8:00 a.m.

3.7 Tratamientos.

Se utilizaron seis dietas experimentales que fueron formuladas utilizando un programa lineal al mínimo costo Mixit - 2, según los requerimientos del N.R.C. (1994) y del manual de manejo de la línea genética Hy-Line Brown (2016). El aporte de energía metabolizable fue de 2,800 Kcal/kg y un nivel mínimo de proteína cruda de 14 por ciento que cubra los requerimientos mínimos de aminoácido para la línea. La composición porcentual de las dietas experimentales y su valor nutritivo calculado se presentan en el cuadro 3.

Los tratamientos (T) evaluados fueron:

Tratamiento (T1): Dieta control (testigo) sin torta de palmiste y sin β -glucanasa y xilanasa.

Tratamiento (T2): Dieta sin torta de palmiste y 0.05 por ciento de β -glucanasa y xilanasa.

Tratamiento (T3): Dieta con 3 por ciento de torta de palmiste y sin β -glucanasa y xilanasa.

Tratamiento (T4): Dieta con 3 por ciento de torta de palmiste y 0.05 por ciento de β -glucanasa y xilanasa.

Tratamiento (T5): Dieta con 6 por ciento de torta de palmiste y sin β -glucanasa y xilanasa.

Tratamiento (T6): Dieta con 6 por ciento de torta de palmiste y 0.05 por ciento de β -glucanasa y xilanasa.

Cuadro 3: Composición y valor nutricional calculado de las dietas experimentales según tratamiento.

Ingredientes	Tratamientos					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Torta de palmiste	-	-	3.00	3.00	6.00	6.00
Maíz	62.88	62.88	57.6	57.54	56.89	56.91
Torta de soya	21.59	21.59	21.52	21.53	18.68	18.53
Carbonato de calcio	11.01	11.08	10.99	10.99	10.74	10.74
Fosfato dicalcico	1.73	1.62	1.72	1.72	1.42	1.41
Harina de Pescado	-	-	-	-	1.15	1.24
Aceite de Palma	1.68	1.67	4.00	4.00	4.00	4.00
Sal	0.37	0.37	0.37	0.37	0.31	0.31
DL – Metionina	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17
Cloruro de Colina 60%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Bicarbonato de sodio	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Premix Vitam. y Min	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Lisina - HCL	0.03	0.03	0.04	0.04	0.07	0.07
Promotor Albac Z-B	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Fungistático	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Microsecuestrante	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Treonina	0.02	0.02	0.06	0.06	0.05	0.05
Enzima	-	0.05	-	0.05	-	0.05
Pigmentante	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	100	100	100	100	100	100
Valor Nutricional Calculado (%)						
Proteína total	14.71	14.71	14.70	14.70	14.70	14.70
E.M. (kcal/kg)	2810	2810	2830	2830	2810	2810
Fibra cruda	2.57	2.57	3.01	3.01	3.54	3.54
Lisina	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
Metionina	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43
Metionina + Cistina	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Fosforo disponible	0.37	0.37	0.37	0.37	0.35	0.35
Calcio	4.20	4.20	4.20	4.20	4.09	4.09
Sodio	0.18	0.18	0.18	0.18	0.16	0.16

Fuente: Elaboración propia

3.8 Manejo experimental.

Toda la etapa de crianza de las aves, se llevó a cabo de acuerdo a las prácticas normales de manejo empleado en el sistema tradicional. La presentación física del alimento en la experimentación fue en polvo. Se realizó la medición semanal del consumo de alimento y peso de las aves, tomando en cuenta las medidas preventivas para la conducción normal de crianza, tales como la ventilación, uso de pediluvios, restricción de ingreso al ambiente, etc. Además, se realizaron labores de limpieza y desinfección del ambiente antes del ingreso de las aves.

3.9 Parámetros evaluados.

3.9.1 Parámetros de producción.

- Peso inicial, peso final y ganancia de peso.

Se pesaron todas las gallinas al inicio del experimento para el análisis estadístico. Al final del periodo experimental se realizó el pesaje de todas las gallinas, la ganancia de peso se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso (g/d)} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- Consumo de alimento.

El consumo de alimento se midió semanalmente en cada unidad experimental, el alimento se pesó antes de ser suministrado a las gallinas y, además se pesó el residuo para poder hallar el consumo

$$\text{Consumo de alimento semanal (g)} = \text{alimento ofrecido} - \text{alimento residual}$$

- Conversión alimenticia.

Se obtuvo como resultado de la división del consumo de alimento (g) entre la masa de huevo (g) acumulado por cada periodo:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{Masa de huevo (g)}}$$

- Porcentaje de postura.

La colecta de huevos fue realizada una vez al día, en la mañana, donde se registraron las cantidades y los pesos totales, este parámetro expresado en porcentaje, fue estimado al dividir el número de huevos producidos entre el número total de gallinas en postura, tal como muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Postura, (\%)} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ huevos producidos}}{\text{Total de gallinas}} \times 100$$

- Peso de huevo.

Los huevos recolectados diariamente por cada unidad experimental fueron pesados y divididos entre el número de huevos recolectados para obtener el peso de huevo promedio. Se utilizó una balanza electrónica con precisión de 0.01 g.

- Masa de huevo.

La masa de huevo por ave por día se encontró multiplicando la producción de huevos por el peso promedio de los mismos de cada unidad experimental.

$$\text{Masa de huevos/ave/día (g)} = \% \text{Postura} \times \text{peso promedio del huevo}$$

También se calculó la masa de huevos por periodo por ave, luego de obtener los pesos promedios de los huevos, estos se multiplicaron por la producción de huevos para obtener la masa de huevos.

$$\text{Masa de huevos (kg)} = \text{N}^{\circ} \text{ huevos} \times \text{peso promedio del huevo}$$

3.9.2 Consumo de nutrientes.

Se calculó en base al consumo de alimento por el valor nutricional de la energía metabolizable, proteína cruda, fibra cruda, lisina, metionina y metionina + cistina.

3.9.3 Calidad de huevo.

- Pigmentación de la yema.

Se evaluó visualmente con el Abanico Colorimétrico de acuerdo a la escala de 1 a 15. La evaluación se realizó mensualmente hasta la finalización del experimento, tomando una muestra de cada unidad experimental.

- Espesor de cáscara.

La medición del grosor o espesor de la cáscara del huevo, se realizó con un micrómetro, para lo cual se tomaron seis huevos por tratamiento, procediéndose a medir el espesor de la cáscara del huevo tanto del ecuador, así como de los polos del huevo, tomándose como valor del espesor de la cáscara, el promedio aritmético de estos valores.

- Unidad Haugh.

Se determinó de acuerdo a la metodología de Eisen *et al.* (1962), utilizando la siguiente fórmula:

$$HU = 100 \log (H - 1.7W^{0.37} + 7.57)$$

Donde:

HU : Unidades Haugh

H : altura del albumen en mm

W : peso del huevo en gramos

7,57 : factor de corrección para la altura de albumen

1,7 : factor de corrección para el peso del huevo

Se tomó el peso de un huevo por cada unidad experimental, luego se quebró en una superficie plana y con el uso de un micrómetro se determinó la altura del albumen de la parte más gruesa (clara) que rodea la yema. Las unidades Haugh se determinaron por una relación logarítmica entre el peso del huevo y la altura del albumen. Esta evaluación midió la calidad del albumen o clara del huevo.

3.9.4 Retribución económica y mérito económico.

La retribución económica se calculó tomando como base el costo de cada dieta de cada tratamiento y la cantidad de alimento consumido. Así como la ganancia de peso y el precio del huevo en S/./kg predominante en el mercado. Se aplicó la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\mathbf{R. E. = I - C}$$

Donde:

R. E = Retribución económica

I = Ingreso por venta kg de huevo producido.

C = Costo de cada una de las dietas.

El mérito económico de la torta de palmiste en la alimentación de gallinas ponedoras, es la representación porcentual de la retribución económica basada en el consumo de alimento, peso total de huevos y ganancia de peso.

3.9 Diseño experimental.

El estudio se llevó a cabo con un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA), con arreglo factorial 3 x 2. Los factores fueron dos niveles de Torta de Palmiste (3 y 6 por ciento) y enzima (0.05 por ciento). Cada uno de los tratamientos tuvo seis repeticiones con seis aves por repetición.

Los datos obtenidos fueron evaluados utilizando el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del Software SAS, versión 9.3. Los datos obtenidos medidos en porcentaje, fueron transformados a valores arcoseno para su análisis de variancia y se determinó su significancia estadística. El control fue contrastado con cada uno de los tratamientos usando la prueba de Dunnett ($P < 0.05$) respectivamente.

El modelo aditivo lineal empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \theta_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1, 2$ bloque

$j = 1, 2, 3$ niveles del factor α (Torta de palmiste)

$k = 1, 2$ niveles del factor β (enzima)

$l = \#$ de observaciones

Y_{ijk} = Es la l -ésima observación, donde se aplicó el i -ésimo bloque, j -ésimo nivel torta de palmiste y el k -ésimo nivel de enzima en las dietas de gallinas ponedoras.

μ = Es la media poblacional de la variable respuesta.

θ_i = Es el efecto del i -ésimo bloque (niveles de piso de jaula).

α_j = Es el efecto del j -ésimo nivel del factor α (niveles de torta de palmiste).

β_k = Es el efecto del k -ésimo nivel del factor β (niveles de enzima).

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción entre los niveles de torta de palmiste y enzima.

ε_{ijk} = Es el error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento productivo

4.1.1 Peso inicial y peso final

Los resultados presentados en el cuadro 4, anexo II y anexo III, no muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre los pesos iniciales y finales de las aves asignadas a los diferentes tratamientos. Aunque los resultados estadísticos no muestran diferencias significativas, el grupo de aves alimentadas con el tratamiento control (T1), sin inclusión de torta de palmiste y xilanasas y β -glucanasa, tuvieron numéricamente menores pesos finales (2100.17 g/ave), en relación a los otros tratamientos. Las aves alimentadas con tres por ciento de torta de palmiste y sin suplementación enzimática (T3), presentaron numéricamente mayores pesos finales (2215.67 g/ave), comparado con los otros tratamientos.

Sin embargo, estos resultados no concuerdan a lo obtenido por Lawal *et al.* (2010) donde observaron un menor peso final ($P < 0.05$) en gallinas ponedoras alimentadas con dietas con alto contenido de fibra y sin suplementación de xilanasas + β -glucanasa.

4.1.2 Ganancia de peso

Como se observa en el cuadro 4 y anexo IV, no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en la dieta control en relación a los otros tratamientos en la ganancia de peso. El grupo de aves alimentadas con el tratamiento (T3) con tres por ciento de torta de palmiste y sin xilanasas y β -glucanasa, tuvieron numéricamente una mayor ganancia de peso (186.50 g/ave) en comparación con los otros tratamientos.

Cuadro 4: Comportamiento productivo¹ en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y adicionales niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas)

Tratamiento ²	Torta palmiste (%)	Enzima (%)	Producción de huevos (%)	Peso promedio de huevo (g)	Masa de huevo acumulada (g/ave)	Masa de huevo (g/ave/d)	Consumo de alimento (g/ave/d)	Conversión alimenticia	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Ganancia de peso (g)
T1	0	0	81.31	66.33	4529.8	53.93	110.53	2.055	1994.33	2100.17	106.17
T2	0	0.05	79.10	66.44	4417.4	52.59	109.25	2.081	2002.33	2132.33	129.83
T3	3	0	80.39	68.50*	4624.9	55.06	112.03	2.038	2030.33	2215.67	186.50
T4	3	0.05	80.46	67.32	4549.6	54.16	110.62	2.042	2011.67	2168.17	156.50
T5	6	0	81.71	66.28	4549.2	54.16	110.32	2.040	1993.50	2144.33	150.67
T6	6	0.05	80.09	66.83	4483.6	53.38	110.79	2.083	1994.17	2140.50	146.33
Efecto de la torta de palmiste		0	80.21	66.38	4473.6	53.26	109.89	2.068	1998.33	2116.25	118.00
		3	80.42	67.91	4587.1	54.61	111.32	2.040	2021.00	2191.92	171.00
		6	80.90	66.46	4516.4	53.77	110.55	2.062	1993.83	2142.42	148.50
Efecto de las enzimas		0	81.13	67.03	4567.9	54.38	110.96	2.044	2006.06	2153.39	147.44
		0.05	79.88	66.80	4483.5	53.37	110.21	2.069	2002.72	2147.00	144.22
Probabilidad											
Piso de jaula			0.591	0.283	0.368	0.368	0.971	0.352	0.124	0.236	0.688
Niveles de torta palmiste (A)			0.918	0.001	0.463	0.464	0.731	0.678	0.370	0.146	0.217
Niveles de enzima (B)			0.456	0.594	0.411	0.411	0.617	0.579	0.979	0.970	0.953
A x B			0.850	0.196	0.983	0.983	0.839	0.875	0.872	0.658	0.688

*Tratamiento difiere del control (0%) por Prueba de Dunnett ($P < 0.05$).

¹Los valores para cada tratamiento representan el promedio de las seis repeticiones.

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; Tratamiento; T2: Dieta con 0 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T3: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T4: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T5: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T6: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa

Al evaluar los niveles de torta de palmiste no se observó diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en comparación con la dieta control. Asimismo, al evaluar el efecto enzimático no se observó diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en la adición de xilanasas y β -glucanasas. Dichos resultados no concuerdan con lo reportado por Lawal *et al.* (2010) quienes observaron una mayor ganancia de peso ($P < 0.05$) en gallinas ponedoras con la suplementación de enzimas (xilanasas + β -glucanasas), independientemente del tipo de dieta ofrecida (trigo, centeno o cebada).

4.1.3 Consumo de alimento y conversión alimenticia

Los datos de los análisis de varianza mostraron que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre la dieta control con los demás tratamientos en el consumo de alimento y conversión alimenticia (cuadro 4, anexo V y anexo VI). Sin embargo, el tratamiento (T3) sin adición de xilanasas y β -glucanasas presentó numéricamente un mayor consumo de alimento (112.03 g/ave) y una mejor conversión alimenticia (2.038) en comparación a los demás tratamientos.

Resultados similares fueron encontrados por Silversides *et al.* (2006) quienes no encontraron diferencias estadísticas, pero sí diferencias numéricas en el consumo de alimento en gallinas de ISA Brown alimentadas con dietas a base de trigo y suplementación de xilanasas.

Estos resultados no concuerdan a lo obtenido por Zanu *et al.* (2012), quienes observaron un menor índice de conversión alimenticia en ponedoras alimentadas con dietas suplementadas con enzimas, mientras que las aves alimentadas con altos niveles de fibra sin adición de enzimas presentaron mayor índice de conversión alimenticia.

4.1.4 Producción de huevos

Los resultados obtenidos en la producción de huevos se presentan en el cuadro 4. Al realizar el análisis de variancia (anexo VII) para la producción de huevos, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre la dieta control con los demás tratamientos.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Pérez *et al.* (2000), quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas al utilizar niveles menores al 40 por ciento de torta de

palmiste. Asimismo, Novak *et al.* (2008) no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos sobre la producción de huevos de las gallinas ponedoras sometidas a dietas con una reducción del tres por ciento de la energía metabolizable y la inclusión del complejo enzimático (amilasa + xilanasas + proteasa) en relación a la dieta sin la adición de enzimas.

4.1.5 Peso de huevo y masa de huevo acumulada

Los resultados del peso promedio de huevo, masa de huevo acumulada y masa de huevo diaria se muestran en el cuadro 4. Al realizar el análisis de variancia (anexo VIII) para el peso promedio del huevo en las aves, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

Al realizar la comparación con la dieta control (T1) se encontró que el tratamiento T3 que contiene tres por ciento de torta de palmiste sin adición de xilanasas y β -glucanasas, presentó un mayor peso promedio de huevo.

Es importante considerar que la torta de palmiste presenta un alto tenor de polisacáridos no amiláceos, donde el uso de enzimas puede ser una alternativa para mejorar la utilización de nutrientes y aumentar la energía disponible de las aves, de acuerdo con Novak *et al.* (2008) quienes encontraron mayor peso en gallinas que recibieron las dietas con suplementación enzimática, indicando que la suplementación de enzimas exógenas mejora el aprovechamiento y la absorción de nutrientes y energía. Sin embargo, en nuestro estudio, no se encontraron diferencias significativas en lo observado entre los tratamientos con o sin complejo enzimático

Chong *et al.* (2008) también encontraron diferencias numéricas entre los tratamientos con respecto al tratamiento control, sobre el peso de los huevos en ponedoras comerciales alimentadas hasta con 25 por ciento de torta de palmiste y suplementación enzimática.

Al realizar el análisis de variancia (anexos IX y X) para la masa de huevo acumulada y masa de huevo ave/día no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Yeong *et al.* (1981) reportó que las gallinas toleran hasta un 20 por ciento de torta de palmiste sin tener un impacto negativo sobre la masa total de huevos.

4.2 Consumo de nutrientes

4.2.1 Consumo de proteína cruda, energía metabolizable y fibra cruda

El análisis de comparación con la dieta control, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los diferentes tratamientos en el consumo de proteína cruda y energía metabolizable (cuadro 5 y anexos XI y XII).

En cuanto al consumo de energía metabolizable, las aves alimentadas con la inclusión de tres por ciento de torta de palmiste sin β -glucanasa + xilanasa (T3) tuvieron numéricamente niveles de consumo de energía superiores a los obtenidos por los otros tratamientos.

De otro lado, las aves alimentadas sin inclusión de torta de palmiste sin β -glucanasa + xilanasa, presentaron significativamente un menor consumo de fibra cruda, mientras que el grupo de aves alimentadas con seis por ciento de torta de palmiste tuvieron un mayor consumo de fibra, en comparación con los otros tratamientos.

Al realizar la comparación con la dieta control (T1) en el consumo de fibra se encontró diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) con los otros tratamientos a excepción del tratamiento T2 sin inclusión de torta de palmiste y con adición de 0.05 por ciento xilanasa y β -glucanasa (cuadro 5 y anexo XIII).

4.2.2 Consumo de lisina, metionina y metionina + cistina

No hubo diferencias estadísticas significativas entre la dieta control con los demás tratamientos en el consumo de lisina, metionina y metionina + cistina (cuadro 5 y anexos XIV, XV y XVI). Estos resultados indican que las dietas en general tuvieron los niveles de aminoácidos para asegurar las características mínimas para el consumo de alimento y consecuentemente el consumo de lisina y consumo de metionina + cistina.

Las aves alimentadas con el tratamiento (T3) presento numéricamente un mayor consumo de lisina, metionina y metionina-cistina en relación con los otros tratamientos. En gallinas ponedoras, la metionina es el primer aminoácido limitante, seguido de la lisina en dietas de maíz-soya (Schutte y De Jong, 1998), teniendo gran influencia sobre el peso de huevo y la producción, lo cual corrobora los resultados obtenidos para el tratamiento (T3) al maximizar el peso y la producción de huevo.

Cuadro 5: Consumo de nutrientes¹ en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas)

Tratamiento ²	Torta palmiste (%)	Enzima (%)	CONSUMO DE NUTRIENTES (g)					
			Proteína cruda	EM	Fibra cruda	Lisina	Metionina	Metionina + Cistina
T1	0	0	16.26	3.106	2.84	0.86	0.46	0.75
T2	0	0.05	16.07	3.069	2.81	0.85	0.46	0.74
T3	3	0	16.47	3.170	3.37*	0.88	0.48	0.76
T4	3	0.05	16.26	3.130	3.33*	0.86	0.48	0.75
T5	6	0	16.22	3.099	3.91*	0.86	0.48	0.75
T6	6	0.05	16.29	3.114	3.92*	0.86	0.48	0.75

*Tratamiento difiere del control (0%) por Prueba de Dunnett ($P < 0.05$).

¹Los valores para cada tratamiento representan el promedio de las seis repeticiones.

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; Tratamiento; T2: Dieta con 0 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T3: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T4: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa.; T5: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T6: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa

4.3 Parámetros de calidad de huevo

4.3.1 Pigmentación de huevo

La comparación de medias mostro que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre la dieta control con los demas tratamientos en la pigmentación de los huevos (cuadro 6 y anexo XVII). La pigmentación de todos los tratamientos de acuerdo a la escala de Roche estuvo en torno a 7 a 8, indicando una coloración amarilla clara de un huevo sin adición de xantofilas.

4.3.2 Espesor de cáscara de los huevos

En el cuadro 6 y anexo XVIII, se observa que no hubo diferencias significativas entre la dieta control con los demás tratamientos en el espesor de cáscara de huevo. El espesor de la cáscara de los huevos de las aves alimentadas con el tratamiento (T5), presento numéricamente un mayor espesor de cáscara (0.57 mm), en relación con los otros tratamientos, aumentando el espesor de la cáscara de huevo en 5.56 por ciento en relación al tratamiento control.

Estos resultados concuerdan con Chong *et al.* (2008) donde el espesor de la cascara de huevo no fue afectado significativamente con niveles de hasta 25 por ciento de torta de palmiste. Asimismo, Novak *et al.* (2008) no encontraron efectos de las enzimas exógenas sobre el espesor de la cáscara de huevo en las ponedoras comerciales.

En ciertos estudios se señala la medición del espesor de la cáscara como el único indicador de la calidad de la cáscara. Sin embargo, la cáscara es un complejo proteo-cerámica y sus propiedades funcionales no están necesariamente relacionadas directamente con su espesor. Una cáscara más resistente es aquella que puede absorber y tolerar mayor impacto y otras fuerzas físicas sin agrietarse. La integridad de la cáscara está relacionada con su estructura y el patrón con el cual los minerales de calcio se deben depositar (es decir, organización y tamaño del cristal) para formar las diferentes capas de la cáscara. Desde el punto de vista de la reproducción, seleccionar solamente por un mayor espesor de la cáscara no es suficiente (Hamilton, 1982 y Shalaei *et al.*, 2014).

Cuadro 6: Calidad de huevo¹ en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa (12 semanas)

Tratamiento ²	Torta palmiste (%)	Enzima (%)	Pigmentación (Escala Roche)	Espesor de cáscara (mm)	Altura de clara (mm)	Altura de yema (mm)	Unidades Haugh
T1	0	0	8.00	0.54	8.84	18.86	94.99
T2	0	0.05	7.67	0.54	9.10	19.48	96.87
T3	3	0	7.83	0.55	9.04	19.19	95.94
T4	3	0.05	7.83	0.51	9.17	19.01	96.76
T5	6	0	8.00	0.57	9.10	19.09	96.44
T6	6	0.05	7.83	0.52	8.72	19.05	94.73
Efecto de la torta de palmiste		0	7.83	0.54	8.97	19.17	95.93
		3	7.83	0.53	9.10	19.10	96.35
		6	7.91	0.54	8.91	19.05	95.58
Efecto de las enzimas		0	7.94	0.55	9.15	19.05	95.79
		0.05	7.78	0.52	9.05	19.16	96.12
Probabilidad							
Piso de jaula			0.747	0.459	0.924	0.050	0.865
Niveles de torta palmiste (A)			0.822	0.751	0.779	0.476	0.865
Niveles de enzima (B)			0.170	0.065	0.993	0.579	0.799
A x B			0.538	0.368	0.479	0.076	0.437

*Tratamiento difiere del control (0%) por Prueba de Dunnett ($P < 0.05$).

¹Los valores para cada tratamiento representan el promedio de las seis repeticiones.

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; Tratamiento; T2: Dieta con 0 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T3: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T4: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T5: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T6: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa.

Por otra parte, a medida que la gallina envejece, el grosor de la cáscara generalmente disminuye. Las aves más viejas ponen huevos más grandes, que se rompen fácilmente. La gallina es genéticamente capaz de colocar sólo una cantidad fina de calcio en la cáscara. En segundo lugar, la gallina pierde parte de su capacidad para movilizar el calcio del hueso y es menos capaz de producir el carbonato de calcio necesario. La absorción y movilización de calcio disminuye a menos del 50 por ciento de lo normal después de las 40 semanas de edad (Dunn *et al.*, 2012).

4.3.3 Altura de la clara y altura de yema de los huevos

En relación a la altura de la clara no se hallaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre la dieta control con los demás tratamientos (cuadro 6 y anexo XIX). La altura de la clara (8.72 mm) fue numéricamente menor para el tratamiento (T6) en comparación con los otros tratamientos.

Por otro lado, al realizar el análisis de variancia (anexo XX) para altura de la yema en las aves, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Sin embargo, al efectuarse el análisis de comparación de medias mediante la prueba de Dunnett, no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) de los tratamientos en comparación con el tratamiento control (T1).

4.3.4 Unidades Haugh

Los resultados presentados (cuadro 6 y anexo XXI) muestran que no hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre la dieta control con los demás tratamientos sobre las Unidades Haugh. Las unidades Haugh son una medida de la calidad proteínica del huevo que correlaciona esta altura del huevo en mm con el peso del huevo y se emplea como indicador de frescura. La disminución de los valores de esta variable indica la pérdida de calidad del huevo con el tiempo y el método de conservación (Chan-Colli *et al.*, 2007), así posiblemente, la falta de diferencias significativas entre los tratamientos, se debería al hecho que los huevos fueron analizados el mismo día que estos fueron colectados, es decir en estado fresco, sin que el tiempo de almacenamiento presentará un efecto sobre las Unidades Haugh.

4.4 Retribución económica y mérito económico

En el cuadro 7 se observa la retribución económica de cada tratamiento, los costos de alimentación fueron obtenidos, considerando los precios de los ingredientes de la primera semana de enero del 2017.

Al evaluar el ingreso bruto, se observó que la mayor producción de huevos (4.63 kg) y ganancia de peso (0.18 Kg) se obtuvo con el tratamiento (T3), logrando un ingreso total de S/. 19.51. Considerando el consumo total, el mayor costo de alimento para todo el periodo evaluado (12 semanas) fue obtenida para el tratamiento (T6) con S/. 13.49.

El tratamiento control sin inclusión de torta de palmiste y xilanas y β -glucanasa presentó la mayor retribución económica (S/. 6.85) y un mejor mérito económico en comparación con los otros tratamientos.

Estos resultados son similares a lo encontrado por Ezieshi y Olomu (2004) quienes poniendo a prueba el rendimiento y el costo de producción de broilers, encontraron que el costo de alimentación por kg de ganancia de peso vivo fue mayor en las aves alimentadas con la torta de palmiste que con el maíz. Los autores observaron una disminución en el consumo de materia seca, en relación con el hecho de que la torta de semilla de palmiste tiene un alto contenido de fibra y que es probable que tenga un efecto negativo sobre el rendimiento productivo y económico de las aves.

Cuadro 7: Retribución económica en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de enzimas β -glucanasa y xilanasa (12 semanas)

RUBRO	T 1	T2	T 3	T 4	T 5	T6
Kilos de huevo total producido (kg/gallina)	4.53	4.42	4.63	4.55	4.55	4.49
Precio kg de huevo (S/kg)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Ingreso bruto por venta de huevo (S/.)	18.12	17.68	18.52	18.20	18.20	17.96
Peso inicial	1.99	2.00	2.03	2.01	1.99	1.99
Ganancia de peso (kg/gallina)	0.11	0.13	0.18	0.15	0.15	0.15
Peso vivo final (kg/gallina)	2.10	2.13	2.21	2.16	2.14	2.14
Precio por kilo de peso (S/.)	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Ingreso bruto por la ganancia (S/.)	0.61	0.71	0.99	0.83	0.83	0.83
Total ingresos	18.73	18.40	19.51	19.03	19.03	18.79
Alimento consumido total, (kg)	9.28	9.18	9.41	9.29	9.27	9.30
Precio del alimento, (S./kg)	1.28	1.30	1.41	1.44	1.45	1.48
Costo total de alimentación, (S/.)	11.88	11.93	13.27	13.38	13.44	13.76
Retribución económica (S/.)	6.85	6.46	6.24	5.65	5.58	5.02
Mérito económico	100%	94.37%	91.17%	82.48%	81.55%	73.34%

Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; Tratamiento; T2: Dieta con 0 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa; T3: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T4: Dieta con 3 % torta de palmiste y 0.05 %; T5: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0 % β -glucanasa y xilanasa; T6: Dieta con 6 % torta de palmiste y 0.05 % β -glucanasa y xilanasa.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo de investigación y en función a los resultados obtenidos, pueden establecerse las siguientes conclusiones:

1. Se encontraron diferencias significativas entre la dieta control (sin inclusión de torta de palmiste y β -glucanasa + xilanasa) con los demás tratamientos únicamente en el peso promedio de huevo.
2. En los demás parámetros evaluados como producción de huevos, masa de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso final, ganancia de peso, pigmentación, espesor de cáscara, altura de clara, altura de la yema y unidades Haugh no fueron influenciados significativamente en relación a la dieta control por la inclusión de torta de palmiste y los complejos enzimáticos β -glucanasa y xilanasa.
3. La mejor retribución económica y mérito económico se obtuvo con las aves que fueron alimentadas con la dieta control (sin inclusión de torta de palmiste y β -glucanasa + xilanasa). a razón de 26.66 % superior en comparación al tratamiento T6 (seis por ciento de torta de palmiste con xilanasa y β -glucanasa) que obtuvo el menor mérito económico.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se hace las siguientes recomendaciones:

1. Se puede incluir torta de palmiste hasta un nivel de seis por ciento en dietas de gallinas Hy- line Brown sin afectar significativamente los parámetros productivos producción de huevos, masa de huevos, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso final y ganancia de peso y la calidad de huevo.
2. Evaluar la inclusión de niveles mayores de β -glucanasa y xilanasa en las dietas de gallinas Hy-line Brown en producción.
3. Realizar estudios similares en otras especies avícolas, evaluando otros ingredientes con alto contenido de fibra e inclusión enzimática.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHDULLA, N.; HANITA, H.; HO, W.; KUDO, J. y JALAUDIN, S. 1995. Asian Australian journal of Animal Science. 8: 249-254.
- ADRIZAL, A.; YUSRIZAL, Y.; FAKHRI, S.; HARIS, W.; ALI, E. y ANGEL, R. 2011. Feeding native laying hens diets containing palm kernel meal with or without enzyme supplementations. Faculty of Animal Husbandry, University of Jambi, Jambi 36361, Indonesia; and Department of Animal and Avian Sciences, University of Maryland, College Park 20742.
- ALAVA, E. 2006. Evaluación de tres niveles de palmiste en reemplazo de las fuentes tradicionales de energía en dietas de crecimiento y acabado en cerdos. Trabajo final para la obtención del título: Ingeniero Agropecuario. Espol. Fimcp, Guayaquil. 68.
- ANCUPA, 2013. Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana. Investigaciones en palma aceitera. Recopilación de estudios, conocimientos y productividad desarrollados por el CIPAL.
- ANNISON, G. y CHOCT, M. 1991. Antinutritive activities of cereal nonstarch polysaccharides in broiler diets and strategies for minimizing their effects. World's Poultry Science Journal, 47: 232-242.
- ARIFF, O. M.; HAYAKAWA, H.; ZAHARI, M. W.; TANAKAK, A y OSHIO, S. 1998. Collaboration between MARDI and JICA. Project Publication No. 4.
- BEDFORD, M. R., 2000. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. Animal Feed Science and Technology, 86: 1-13.
- BEDFORD, M. R. y CLASSEN, H. L. 1992. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase of broiler chicks. Journal of Nutrition, 122: 560-569.

- BEDFORD, M. R. y COWIESON A. J. 2012. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 76-85.
- BUXADE, C. C. 2000. La Gallina Ponedora, Sistemas de Explotación y Técnicas de Producción. 639 p.
- CAICEDO, S. 1982. Evaluacion de la torta de almendra Africana (Nc) en cerdas durante los periodos de gestacion y lactancia. Tesis Facultad de Veterinaria. Universidad Estatal de Guayaquil. 82 p.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M. y APPELT, M. D. 2005. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2: 259-272.
- CARRION, L. y CUVI, M. 1985. La palma Africana en el Ecuador: Tecnología y expansión empresarial. Quito. Ecuador. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- CHAN-COLLI, M.; CARVAJAL, M.; SEGURA, J.; SARMIENTO, L. y SANTOS, R. 2007. Effect of dietary energy and sulphur amino acid level on egg production traits in the tropics. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6: 1209-1213.
- CHONG, C. H.; ZULKIFLI, I. y BLAIR, R. 2008. Effects of Dietary Inclusion of palm kernel Cake and palm oil, and enzyme supplementation on performance of laying hens. *Asian-Australian Journal Animal Science*, 21: 1053-1058.
- DUNN, I. C.; RODRÍGUEZ-NAVARRO, A. B.; MCDADE, K.; SCHMUTZ, M.; PREISINGER, R.; WADDINGTON, D.; WILSON, P. W. y BAIN, M. M. 2011. Genetic variation in eggshell crystal size and orientation is large and these traits are correlated with shell thickness and are associated with eggshell matrix protein markers. *Animal Genetics*, 43: 410-418.
- EISEN, E. J.; BOHRE, B. B. y MCKEAN, H. E. 1962. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. *Poultry Science*, 41: 1461-1468.
- EZIESHI, E. V. y OLOMU, J. M. 2004. Comparative performance of broiler chickens fed varying levels of palm kernel cake and maize offal. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3: 254-257.

- FEDAPAL. 2016. Estadísticas Internacionales. (En línea) Consultado 5 de noviembre de 2016. Disponible en <http://fedapal.com/web/index.php/joomla/estadisticas-internacionales>
- FEDEPALMA. 2006. La Palma Africana en Colombia. Apuntes y memoria.
- FEDNA. 2015. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª edición. Consultado el 05 de noviembre de 2016. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/node/439>.
- FERREIRA, A. C. 2012. Intake digestibility and intake behaviour in cattle fed different levels of palm kernel cake. *Revista Medicina Veterinária e Zootecnia de Córdoba*, 17: 3105-3112.
- GÓMEZ, A.; BENAVIDES, C. y DÍAZ, C. 2007. Evaluación de torta de palmiste (*Elaeis guineensis*), en alimentación de cerdos de ceiba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 12 p.
- HAMILTON, R. M. G. 1982. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. *Poultry Science*, 61: 2022-2039.
- HARTLEY, C. 1983. La palma de aceite. Trad. Maldonado E. México, MX. Editorial Continental. p. 65-110-210-225-559.
- HY LINE INTERNATIONAL. 2016. Hy line Brown. Manual de estándares de rendimiento.
- INDUPALMA. 2016. La Palma Africana en Colombia. Consultado el 12 noviembre de 2016. Disponible: <http://www.indupalma.com/>
- JAKSON, F. 2009. Efecto de la presencia de endocarpo en el palmiste integral (*Elaeis guineensis*) sobre su valor nutritivo. II. Rendimientos de pollos de engorde en iniciación.
- LAWAL, T. E.; IYAYI, E. A.; ADENIYI, B. A. y ADAROMOYE, O. A. 2010. Biodegradation of Palm Kernel Cake with Multienzymes Complexes from Fungi and its Feeding Value for Broilers. *International Journal Poultry Science*, 9: 695-701.

- MARTINEZ, A. R. 2012. Enzimas en alimentación aviar: novedades y aplicación práctica. *Annals Research Academic CC. Veterinarian*, 20: 211-220.
- MATHLOUTHI, N.; JUIN, H. y LARBIER, M., 2003a. Effect of xylanase and beta-glucanase supplementation of wheat- or wheat- and barley-based diets on the performance of male turkeys. *British Poultry Science*, 44:291-298.
- MATHLOUTHI, N.; MOHAMED, M. A. y LARBIER, M., 2003b. Effect of enzyme preparation containing xylanase and beta-glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley- or maize/soybean meal-based diets. *British Poultry Science*, 44:60-66.
- Mc DONALD, P.; EDWARDS, R. A. y GREENHALGH, J. F. 2011. *Nutrición animal*. Séptima Ed. Acribia. Zaragoza, España
- MOURÃO, J. L.; PONTE, P. I. P.; PRATES, J. A. M.; CENTENO, L. M. A.; SOARES, M. A. C. y FONTES, M. G. A., 2006. Use of glucanases and β -1,4-xylanases to supplement diets containing Alfafa and rye for laying Hens: Effect on bird performance and egg quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 15: 256-265.
- NOVAK, C. L.; YAKOUT, H. M. y REMUS, J. 2008. Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on leghorn performance and economics. 2. Laying Period. *Journal of Applied Poultry Research*, 17: 17-33.
- NRC. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th revised edition. National Academy Press Washington, D.C. 155 p.
- OCAMPO, A. 1994. Oil-rich fibrous residue from African oil palms as basal diet of Pigs; Effects of supplementation with methionine. *Livestock Research Rural Dev*, 4:55- 59.
- PACK, M.; BEDFORD, M. y WYATT, C. 1998. Feed enzymes may improve corn sorghum diets. *Feedstuffs*, 2: 18-19.
- PEREZ JF, GERNAT AG, MURILLO JG.200. The effect of different levels of palm kernel meal in layer diets. *Poult Sci*. 2000;79:77-79.
- PICCIONI, M. 1970. Palma de aceite, torta de almendra. *Diccionario de alimentación animal*, Trad. de la tercera Edición Italiana por Marco M. Zaragoza, España, editorial

Acribia.

- PROINVERSION. 2012. Promoción del cultivo e industrialización de la palma aceitera en el Perú. Consultado el 22 de mayo de 2017. Disponible:
<http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/PROINVERSION/ProInversion-PromocionDeLaPalmaAceitera.pdf>
- RADIM, D.; ALIMON, AR. y YUSNITA, Y. 1999. Proceedings of the 22nd Malaysian Society of Animal Production. Kota Kinabalu. p. 177-178.
- RAMÍREZ, M. 2008. Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una alternativa para la generación de empleos e ingresos - Modulo IV Palma Africana. Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo SNV. Tegucigalpa. Honduras.
- RIVAS, D. 2011. Diseño del plan de seguridad y salud en el trabajo en la empresa SIEXPAL de la ciudad de Santo Domingo. Tesis de grado para obtener el título de ingeniero industrial en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. 114 p.
- SAFAA, H.; JIMÉNEZ-MORENO, M, E.; VALENCIA, D. G.; FRIKHA, M.; SERRANO, M. P. y MATEOS, G. G. 2009. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens in early phase of production. Poultry Science, 88: 608-614.
- SAS Statistical Analysis System. 2009. User's Guide. Version 9.2 ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SCHEPPY, C. y LE, N. P. 1996. Maximizing the production potential of laying hens using feed enzymes. Zootecnia International.
- SHALAEI, M.; HOSSEINI, S. M. y ZERGANI, E. 2014. Effect of different supplements on eggshell quality, some characteristics of gastrointestinal tract and performance of laying hens. Veterinary Research Forum. 5: 277-286.
- SCHEIDELER, S. E.; BECK, M.; ABUDABOS, A. y WYATT, C. 2005. Use of multiple-enzyme (Avizyme) supplementation of corn-soy-based Layer Diets. Journal Applicate. Poultry Research, 14: 77-86.

- SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A.; KORVER, D. R.; AFSHARMANESH, M. y HRUBY, M. A. 2006. Study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. *Poultry Science*, 85: 297-305.
- SIMON, O.; SCHWARZ, G.; MULLER, A.; LIMPER, J. y SPRING, W. 1998. Las enzimas en la nutrición animal. Consultado el 12 noviembre de 2016. Disponible: <http://www.engormix.com/>
- SLOMINSKI, B. A. 2011. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*, 90:2013–2023.
- SOTO-SALANOVA, M. F. y FUENTE, J. M. 1997. Utilización de enzimas en la alimentación de gallinas. *Nuestra Cabaña*, Madrid, España. 30-34 p.
- SCHUTTE, J. B. y DE JONG, J. 1998. Ideal amino acid profile for poultry. *Options Méditerranéennes* 9: 259-263.
- TORRES. 2002. *Alimentación de Animales Domésticos*. Madrid. España
- UNALM. 2016. Informe de ensayo LENA N° 0658/2016. Datos no publicados.
- YEONG, S.W.; MUKHERJEE, T.K. y HUTAGALUNG, R.I. 1981. Procedin of the national workshop on oil palm by product utilization. 100-107 p.
- ZANU, H. K.; ABANGIBA, J.; ARTHUR-BADOOR, W.; AKPARIBO, A.D. y SAM, R. 2012. Laying chickens' response to various levels of palm kernel cake in diets. *International Journal of Livestock Production*, 3: 12-16.
- ZUMBADO, M.E. 1990. Utilización de productos de la palma africana en la alimentacion aviar. *Avicultura Profesional*, 7: 137-141.

VIII. ANEXOS

Anexo I: Fotografías del experimento





Anexo II: Análisis de variancia para el peso inicial en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	9706.888	9706.888	1.80	0.1897	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	7975.548	3987.771	1.03	0.3699	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	2.560122	2.560122	0.00	0.9796	n.s
A x B	2	1066.741	533.3708	0.14	0.8720	n.s
Error	29	112374.77	3874.992			
Total	35	128408.55				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.11 %

Anexo III: Análisis de variancia para el peso final en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	16471.125	16471.1250	1.46	0.2366	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	46391.626	23195.8130	2.06	0.1461	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	16.11130	16.11130	0.00	0.9701	n.s
A x B	2	9547.7882	4773.89411	0.42	0.6588	n.s
Error	29	327024.04	11276.6911			
Total	35	388853.63				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.93 %

Anexo IV: Análisis de variancia para la ganancia de peso en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	910.2222	910.2222	0.16	0.6882	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	17829.80	8914.900	1.61	0.2175	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	36.83409	36.83409	0.01	0.9935	n.s
A x B	2	4184.231	2092.115	0.38	0.6888	n.s
Error	29	131737.63	4542.6771			
Total	35	174460.75				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=51.04 %

Anexo V: Análisis de variancia para consumo de ración (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0247531	0.02475313	0.00	0.9711	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	11.705494	5.85274706	0.32	0.7311	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	4.7295000	4.72950004	0.26	0.6168	n.s
A x B	2	6.5297009	3.26485048	0.18	0.8390	n.s
Error	29	535.97506	18.4818987			
Total	35	559.85207				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.88 %

Anexo VI: Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia (g/g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0105125	0.01051250	0.89	0.3528	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.0092667	0.00463337	0.39	0.6785	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.0037001	0.00370017	0.31	0.5796	n.s
A x B	2	0.0031636	0.00158182	0.13	0.8750	n.s
Error	29	0.3418208	0.01178693			
Total	35	0.3654000				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=5.27 %

Anexo VII: Análisis de variancia para la producción de huevos (%) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0010125	0.00101250	0.29	0.5913	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.0005845	0.00029229	0.09	0.9186	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.0019604	0.00196045	0.57	0.4560	n.s
A x B	2	0.0011205	0.00056027	0.16	0.8502	n.s
Error	29	0.0995708	0.00343348			
Total	35	0.1044750				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=5.25 %

Anexo VIII: Análisis de variancia para peso de huevo (g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	1.3407031	1.34070312	1.19	0.2837	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	19.007513	9.50375667	8.46	0.0013	**
Efecto de enzimas (B)	1	0.3263322	0.32633223	0.29	0.5940	n.s
A x B	2	3.8725259	1.93626296	1.72	0.1962	n.s
Error	29	32.583213	1.12355909			
Total	35	56.267497				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.58 %

Anexo IX: Análisis de variancia para masa de huevo acumulada en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	59764.616	59764.6165	0.84	0.3681	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	112836.87	56418.4367	0.79	0.4637	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	49811.373	49811.3737	0.70	0.4107	n.s
A x B	2	2427.5834	1213.7917	0.02	0.983	n.s
Error	29	2073195.3	71489.496			
Total	35	2279712.2				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=5.90 %

Anexo X: Análisis de variancia para la masa de huevos (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	8.4700420	8.47004201	0.84	0.3681	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	15.991620	7.99581019	0.79	0.4637	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	7.0594350	7.05943505	0.70	0.4107	n.s
A x B	2	0.3440452	0.17202263	0.02	0.9832	n.s
Error	29	293.82020	10.1317313			
Total	35	323.08847				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=5.90 %

Anexo XI: Análisis de variancia para el consumo de energía metabolizable en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.1535503	0.1535503	0.00	0.9744	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	234.52708	117.263544	0.80	0.4588	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	37.858231	37.8582393	0.26	0.6150	n.s
A x B	2	51.777730	25.8888653	0.18	0.8389	n.s
Error	29	4247.8057	146.476061			
Total	35	4586.6756				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.88 %

Anexo XII: Análisis de variancia para el consumo de proteína cruda en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	5.013889	5.013889	0.00	0.9720	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	2260.9639	1130.48199	0.28	0.7556	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	1024.9316	1024.93169	0.26	0.6164	n.s
A x B	2	1439.8276	719.913841	0.18	0.8360	n.s
Error	29	115871.48	3995.5685			
Total	35	120772.97				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.88 %

Anexo XIII: Análisis de variancia para el consumo de fibra en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	5.83681	5.83681	0.03	0.8609	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	68707.155	34353.5776	183.96	<.0001	**
Efecto de enzimas (B)	1	30.36534	30.36534	0.16	0.6897	n.s
A x B	2	62.11497	31.05748	0.17	0.8476	n.s
Error	29	5415.6631	186.74701			
Total	35	76939.638				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.06 %

Anexo XIV: Análisis de variancia para el consumo de lisina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0034722	0.00347222	0.00	0.9862	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	7.4535783	3.72678919	0.33	0.7231	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	3.9726503	3.97265030	0.35	0.5590	n.s
A x B	2	5.1563457	2.57817289	0.23	0.7985	n.s
Error	29	329.66319	11.3676964			
Total	35	347.00000				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.91 %

Anexo XV: Análisis de variancia para el consumo de metionina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanas

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0138888	0.01388889	0.00	0.9494	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	18.086075	9.04303786	2.66	0.0868	*
Efecto de enzimas (B)	1	0.6622907	0.66229072	0.20	0.6620	n.s
A x B	2	1.0311302	0.51556513	0.15	0.8598	n.s
Error	29	98.486111	3.3960728			
Total	35	119.63888				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.90 %

Anexo VI: Análisis de variancia para el consumo de metionina + cistina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.2812500	0.28125000	0.03	0.8595	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	7.2815153	3.64075770	0.41	0.6654	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	2.0380993	2.03809932	0.23	0.6342	n.s
A x B	2	2.9918821	1.49594109	0.17	0.8447	n.s
Error	29	255.55208	8.8121408			
Total	35	268.30555				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.95 %

Anexo XVII: Análisis de variancia para la pigmentación de huevo (Escala Roche) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0138888	0.01388889	0.11	0.7477	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.0521054	0.02605272	0.20	0.8216	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.2604642	0.26046423	1.98	0.1703	n.s
A x B	2	0.1667624	0.08338123	0.63	0.5381	n.s
Error	29	3.8194444	0.13170498			
Total	35	4.3055555				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.61 %

Anexo XVIII: Análisis de variancia para el espesor de cáscara de huevo (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0014222	0.00142222	0.56	0.4593	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.0014647	0.00073236	0.29	0.7507	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.0093226	0.00932268	3.69	0.0647	n.s
A x B	2	0.0052342	0.00261710	1.04	0.3680	n.s
Error	29	0.0733277	0.00252854			
Total	35	0.0919638				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=9.36 %

Anexo XIX: Análisis de variancia para la altura de clara (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.0042013	0.00420139	0.01	0.9241	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.2282750	0.11413754	0.25	0.7799	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.0000319	0.00003198	0.00	0.9934	n.s
A x B	2	0.6875871	0.34379358	0.76	0.4790	n.s
Error	29	13.203798	0.45530340			
Total	35	14.147922				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=7.50 %

Anexo XX: Análisis de variancia para la altura de yema (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	0.8299013	0.82990139	4.31	0.0501	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	0.2923800	0.14619003	0.76	0.4769	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.0604849	0.06048495	0.31	0.5794	n.s
A x B	2	1.0854517	0.54272587	2.82	0.0760	n.s
Error	29	5.5810819	0.19245110			
Total	35	7.7864972				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=2.29 %

Anexo XXI: Análisis de variancia para las Unidades Haugh en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de torta de palmiste y niveles de β -glucanasa y xilanasa

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto bloque	1	1.0755555	1.07555556	0.09	0.7614	n.s
Efecto t. palmiste (A)	2	3.3170695	1.65853480	0.14	0.8658	n.s
Efecto de enzimas (B)	1	0.7513062	0.75130624	0.07	0.7996	n.s
A x B	2	19.512957	9.75647883	0.85	0.4369	n.s
Error	29	332.02482	11.4491320			
Total	35	358.02383				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.52 %

Anexo XXII: Temperatura y humedad relativa de los periodos durante el experimento

Parámetro	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura maxima, °C	30.8	30.4	29.2
Temperatura minima, °C	22.4	22.6	20.9
Promedio, °C	26.6	26.5	25.1
Humedad relativa máxima, %	67.71	70.54	69.46
Presión (mb)	982.9	981.8	985.1

Fuente: SENAMHI – Estación Meterorológica Von Humbolt.

Anexo XXIII: Precio de los insumos en soles y dólares

Ingrediente	Precio/Kg	
	soles (S/.)	dolares (\$)
Torta de palmiste	1.80	0.17
Maíz	1.10	0.45
Torta de soya	1.70	0.55
Carbonato de calcio	0.16	0.05
Fosfato dicalcico	2.00	0.61
Harina de Pescado	4.11	1.25
Aceite de Palma	6.00	1.82
Sal	1.00	0.30
DL – Metionina	10.00	3.03
Cloruro de Colina 60%	5.00	1.52
Bicarbonato de sodio	1.50	0.45
Premix Vitam. y Min	9.50	2.88
L-Lisina - HCL	5.00	1.52
Promotor Albac Z-B	5.50	1.67
Antioxidante	8.00	2.42
Fungistático	5.00	1.52
Microsecuestrante	18.80	5.70
Treonina	7.00	2.12
Enzima	50.00	15.15
Pigmentante	35.00	10.61

Anexo XXIV: Costo de alimentacion de las gallinas ponedoras – Perú (en Soles S/.)

Ingrediente	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	Cantidad (Kg)	Precio (S/.)										
Torta de palmiste					3.00	5.40	3.00	5.40	6.00	10.80	6.00	10.80
Maíz	62.88	69.16	62.88	69.16	57.6	63.36	57.54	63.29	56.89	62.57	56.91	62.6
Torta de soya	21.59	36.7	21.59	36.7	21.52	36.58	21.53	36.6	18.68	31.75	18.53	31.5
Carbonato de calcio	11.01	1.76	11.08	1.77	10.99	1.75	10.99	1.75	10.74	1.71	10.74	1.71
Fosfato dicalcico	1.73	3.46	1.62	3.24	1.72	3.44	1.72	3.44	1.42	2.84	1.41	2.82
Harina de Pescado									1.15	4.72	1.24	5.09
Aceite de Palma	1.68	10.08	1.67	10.02	4.00	24.00	4.00	24.00	4.00	24.00	4.00	24.00
Sal	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.31	0.31	0.31	0.31
DL – Metionina	0.17	1.70	0.17	1.70	0.18	1.80	0.18	1.80	0.17	1.70	0.17	1.70
Cloruro de Colina 60%	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10	0.50	0.10	0.50
Bicarbonato de sodio	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15
Premix Vitam. y Min	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95
L-Lisina - HCL	0.03	0.15	0.03	0.15	0.04	0.20	0.04	0.2	0.07	0.35	0.07	0.35
Promotor Albac Z-B	0.05	0.27	0.05	0.27	0.05	0.27	0.05	0.27	0.05	0.27	0.05	0.27
Antioxidante	0.05	0.40	0.05	0.40	0.05	0.40	0.05	0.40	0.05	0.40	0.05	0.40
Fungistático	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25	0.05	0.25
Microsecuestrante	0.05	0.94	0.05	0.94	0.05	0.94	0.05	0.94	0.05	0.94	0.05	0.94
Treonina	0.02	0.14	0.02	0.14	0.06	0.42	0.06	0.42	0.05	0.35	0.05	0.35
Enzima			0.05	2.50			0.05	2.50			0.05	2.50
Pigmentante	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70
Cantidad y Precio Total	100	127.69	100	129.92	100	141.49	100	143.94	100	145.29	100	147.91

Anexo XXV: Costo de alimentacion de las gallinas ponedoras- Ecuador (en Dolares \$)

Ingrediente	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	Cantidad (Kg)	Precio (\$)										
Torta de palmiste					3.00	1.71	3.00	1.71	6.00	3.42	6.00	3.42
Maíz	62.88	28.29	62.88	28.29	57.60	25.92	57.54	25.89	56.89	25.60	56.91	25.61
Torta de soya	21.59	11.87	21.59	11.87	21.52	11.84	21.53	11.84	18.68	10.27	18.53	10.19
Carbonato de calcio	11.01	0.55	11.08	0.55	10.99	0.55	10.99	0.55	10.74	0.54	10.74	0.54
Fosfato dicalcico	1.73	1.05	1.62	0.98	1.72	1.05	1.72	1.05	1.42	0.87	1.41	0.86
Harina de Pescado									1.15	1.44	1.24	1.55
Aceite de Palma	1.68	3.05	1.67	3.03	4.00	7.28	4.00	7.28	4.00	7.28	4.00	7.28
Sal	0.37	0.11	0.37	0.11	0.37	0.11	0.37	0.11	0.31	0.09	0.31	0.09
DL – Metionina	0.17	0.52	0.17	0.52	0.18	0.55	0.18	0.55	0.17	0.52	0.17	0.52
Cloruro de Colina 60%	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15	0.10	0.15
Bicarbonato de sodio	0.10	0.04	0.10	0.04	0.10	0.05	0.10	0.05	0.10	0.05	0.10	0.05
Premix Vitam. y Min	0.10	0.28	0.10	0.28	0.10	0.29	0.10	0.29	0.10	0.29	0.10	0.29
L-Lisina - HCL	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.04	0.06	0.07	0.11	0.07	0.11
Promotor Albac Z-B	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08
Antioxidante	0.05	0.12	0.05	0.12	0.05	0.12	0.05	0.12	0.05	0.12	0.05	0.12
Fungistático	0.05	0.07	0.05	0.07	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08
Microsecuestrante	0.05	0.28	0.05	0.28	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29
Treonina	0.02	0.04	0.02	0.04	0.06	0.13	0.06	0.13	0.05	0.11	0.05	0.11
Enzima			0.05	0.76			0.05	0.76			0.05	0.76
Pigmentante	0.02	0.21	0.02	0.21	0.02	0.21	0.02	0.21	0.02	0.21	0.02	0.21
Total	100	46.81	100	47.48	100	50.45	100	51.19	100	51.50	100	52.29

Nota: Tipo de cambio 1 dólar = 3.30 soles.

