

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL



**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS
ALIMENTADAS CON HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) Y
MANANO OLIGOSACÁRIDO”**

Presentada por:

RAÚL VINICIO ZAMBRANO RODRÍGUEZ

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

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

**“RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS
ALIMENTADAS CON HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) Y
MANANO OLIGOSACÁRIDO”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO

MAGISTER SCIENTIAE

Presentada por:

RAÚL VINICIO ZAMBRANO RODRÍGUEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg.Sc. Wilder Trejo Cadillo

Presidente

Mg.Sc. Marcial Cumpa Gavidia

Patrocinador

Mg.Sc. José Cadillo Castro

Miembro

Mg.Sc. José Sarria Bardales

Miembro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por llenarme de sabiduría y conocimiento para llegar a esta meta trazada tan importante en mi formación profesional.

A mi novia por toda su dedicación, afecto y comprensión.

A mi Madre que desde lejos, siempre estuvo conmigo, gracias madre sin ti esto no habría sido posible.

A mi Padre por haberme dado una buena educación y formación desde que nací.

A mis Hermanos y Abuelos que siempre se han preocupado por mí.

A mis profesores que impartieron sus conocimientos en esta maestría dando lo mejor de sí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por guiar mis pasos y mantenerme en el camino correcto.

A mis padres por su ayuda y dedicación en este arduo camino.

A mi novia por estar a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para seguir adelante.

A mis amigos que siempre estuvieron presentes apoyándonos unos a los otros.

Al Ing. Mg.Sc. Marcial Cumpa Gavidia, patrocinador de la presente tesis por su gran ayuda y orientación en el desarrollo de esta investigación.

A los Ing. Mg.Sc. José Cadillo Castro, José Sarria Bardales y Wilder Trejo Cadillo por sus aportes en el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Generalidades	2
2.2 Proceso de producción de harina de yuca	2
2.3 Composición química y valor nutritivo	4
2.4 Sustancias tóxicas.....	5
2.5 Uso de la harina de yuca en la nutrición de aves.....	6
2.6 Uso de manano oligosacáridos en la nutrición de aves	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3.1 Lugar y periodo de ejecución	9
3.2 De los animales experimentales	9
3.3 Materiales y equipos.....	10
3.4 Recopilación de información.....	10
3.5 Programa de alimentación	11
3.6 Tratamientos	11
3.7 Manejo experimental	13
3.8 Parámetros evaluados	13
3.8.1 Parámetros de producción	13
3.8.2 Consumo de nutrientes	15
3.8.3 Calidad de huevo	15
3.8.4 Retribución económica y mérito económico.....	16

3.9	Diseño experimental.....	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1	Comportamiento productivo.....	18
4.1.1	Producción de huevos	18
4.1.2	Peso de huevo y masa de huevo diaria	18
4.1.3	Consumo de alimento y conversión alimenticia	20
4.1.4	Peso inicial y peso final	21
4.2	Consumo de nutrientes	21
4.2.1	Consumo de proteína cruda, energía metabolizable y fibra cruda.....	21
4.2.2	Consumo de lisina, metionina y metionina + cistina	22
4.3	Parámetros de calidad de huevo	24
4.3.1	Pigmentación de yema	24
4.3.2	Espesor de cáscara de los huevos	24
4.3.3	Altura de la clara y altura de yema de los huevos	26
4.3.4	Unidades Haugh.....	26
4.4	Retribución económica.....	27
V.	CONCLUSIONES.....	29
VI.	RECOMENDACIONES.....	30
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
VIII.	ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Cuadro 1: Análisis químico de la harina de yuca	10
Cuadro 2: Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas experimentales según tratamiento.	12
Cuadro 3: Comportamiento productivo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas)	19
Cuadro 4: Consumo de nutrientes en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas)	23
Cuadro 5: Calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas)	25
Cuadro 6: Retribución económica en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas)	28

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Diagrama de flujo para elaboración de harina de yuca	4

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo I:	Fotografías del experimento. 35
Anexo II:	Ficha Técnica BIOMOS. 36
Anexo III:	Análisis de variancia para la producción de huevos (%) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos. 37
Anexo IV:	Análisis de variancia para peso de huevo (g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos. 37
Anexo V:	Análisis de variancia para masa de huevo acumulada (g/ave/periodo) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos. 38
Anexo VI:	Análisis de variancia para la masa de huevos (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos 38
Anexo VII:	Análisis de variancia para consumo de ración (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos. 39
Anexo VIII:	Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia (g/g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos. 39
Anexo IX:	Análisis de variancia para el peso inicial en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos 40
Anexo X:	Análisis de variancia para el peso final en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos 40
Anexo XI:	Análisis de variancia Peso inicial - Peso final en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos 41
Anexo XII:	Análisis de variancia para el consumo de energía metabolizable en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos 41

Anexo XIII:	Análisis de variancia para el consumo de proteína cruda en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	42
Anexo XIV:	Análisis de variancia para el consumo de lisina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.	42
Anexo XV:	Análisis de variancia para el consumo de metionina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.	43
Anexo XVI:	Análisis de variancia para el consumo de metionina + cistina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	43
Anexo XVII:	Análisis de variancia para la pigmentación de yema (Escala Roche) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	44
Anexo XVIII:	Análisis de variancia para el espesor de cáscara de huevo (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	44
Anexo XIX:	Análisis de variancia para la altura de clara (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	45
Anexo XX:	Análisis de variancia para la altura de yema (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	45
Anexo XXI:	Análisis de variancia para las Unidades Haugh en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos	46
Anexo XXII:	Temperatura y humedad relativa de los periodos durante el experimento	47
Anexo XXIII:	Precio de los insumos en soles y dólares	48
Anexo XXIV:	Costo de alimentación en gallinas ponedoras – Perú (en soles S./)	49
Anexo XXV:	Costo de alimentación en gallinas ponedoras – Ecuador (en dólares \$.)	50

RESUMEN

RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS PONEDORAS ALIMENTADAS CON HARINA DE YUCA (*Manihot esculenta*) Y MANANO OLIGOSACÁRIDO

El presente estudio fue conducido con el objetivo de evaluar el efecto de dos niveles de harina de yuca (10 y 20 por ciento) y la inclusión de manano-oligosacáridos (0.05 por ciento) sobre la respuesta productiva y calidad de huevos de gallinas en postura. Se utilizaron 216 gallinas de postura de la línea Hy-Line Brown de 46 semanas de edad que fueron distribuidas en seis tratamientos con seis repeticiones de seis gallinas cada una. El modelo estadístico empleado fue en bloques completamente al azar con arreglo factorial 3x2 con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. La utilización de harina de yuca a un nivel de 10 por ciento sin MOS en la dieta de gallinas ponedoras permitió obtener significativamente mejores resultados en producción de huevos, peso de huevo, masa de huevo y conversión alimenticia, así como la retribución económica y mérito económico. El consumo de nutrientes (energía metabolizable, proteína cruda, lisina, metionina, metionina+ cistina) fue significativamente mayor con la dieta sin harina de yuca y MOS.

Palabras clave: huevo, gallinas, producción, harina de yuca, manano oligosacárido.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF LAYING HENS FED YUCA FLOUR (*Manihot esculenta*) AND MANNAN OLIGOSACCHARIDE

The present study was carried out to investigate the effect of two levels of cassava flour (10 and 20 percent) and the inclusion of mannan-oligosaccharides (0.05 percent) on performance and egg quality of laying hens. A total of 216 Hy-Line Brown laying hens, 46 weeks of age, were randomly distributed among 6 dietary treatments with 6 replicates of 6 hens each. The statistical model used was completely randomized blocks with 3x2 factorial arrangement with six treatments and six repetitions per treatment. The use of cassava flour at ten percent level without MOS in the diet of laying hens, allowed obtaining significantly better results in egg production, egg weight, egg mass and feed conversion, as well as economic retribution and economic merit. The nutrient intake (metabolizable energy, crude protein, lysine, methionine, methionine+cystine) was significantly higher with the diet without cassava flour and MOS.

Key words: egg, hens, production, cassava flour, mannan oligosaccharide.

I. INTRODUCCIÓN.

En el Perú y Ecuador la producción de huevos ha tenido un crecimiento constante en la última década, al proveer una fuente proteica de gran valor nutricional en la alimentación humana; este crecimiento tiene consigo una mayor demanda de insumos alimenticios por parte de la industria avícola.

Por otra parte, uno de los principales problemas que afronta la industria avícola es la dependencia de insumos alimenticios básicos como el maíz amarillo y la soya que se encaren en diferentes épocas del año, considerando que la alimentación representa el 70 por ciento de los costos de producción, surge la necesidad de buscar insumos alternativos, que se puedan utilizar como sustitutos de estos.

En ese sentido dado su aporte nutricional, adaptación y rusticidad, la yuca representa una de las alternativas para sustituir al maíz como fuente energética en la alimentación de las aves en las zonas de trópico.

De otro lado, el uso de aditivos como el manano oligosacáridos (MOS) en la dieta de aves combinado con la harina de yuca podría tener un impacto sinérgico, ya que se estarán dejando de usar los antibióticos como promotores de crecimiento; de modo que este podría convertirse en un aditivo alternativo que permitiría reducir el nivel de patogenicidad en el tracto gastrointestinal y mejorar la integridad de la mucosa intestinal aumentando la digestibilidad de los nutrientes.

Por lo expuesto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el uso de harina de yuca, con y sin suplementación de manano oligosacáridos, en el rendimiento productivo de gallinas ponedoras medido a través de la producción de huevos, masa del huevo, peso promedio del huevo, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, pigmentación de la yema, espesor de la cáscara, unidades Haugh, así como en la retribución y mérito económico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Generalidades.

La yuca (*Manihot esculenta*) es un arbusto perenne originario de Sudamérica y difundido en muchos países de zonas tropicales y subtropicales de América, Asia y África (Lebot, 2009). Este cultivo presenta una elevada tolerancia a la sequía y una capacidad para producir en suelos ácidos y de baja fertilidad. Asimismo, es resistente a muchas plagas y enfermedades, brindando flexibilidad en el periodo de siembra y cosecha (Ceballos, 2002).

El uso de la planta de yuca constituye una alternativa promisoriosa, con buenas posibilidades de ser utilizada en las raciones alimenticias debido a su potencial de producción de carbohidratos, cuando se utilizan sus raíces (Eruvbetine *et. al.*, 2003).

Según el INEI (2014) en el Perú se cultivan alrededor de 116,820 ha, con una producción anual estimada de 1118,000 toneladas. Siendo igualmente de gran importancia en las industrias del Ecuador; según estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC (2015) la superficie y producción anual del cultivo de yuca alcanzó las 19,095 hectáreas y 75,200 toneladas, respectivamente.

2.2 Proceso de producción de harina de yuca

En el proceso de producción de harina de yuca (Gil, 2015) se siguen los siguientes pasos:

Selección:

Luego del acopio de la yuca fresca, se selecciona las raíces, precediéndose a quitar las puntas, al seleccionar es importante descartar el material que presente descomposición o problemas contaminantes como barro, hongos, bacterias y evitar los tocones.

Lavado:

Se realiza con la finalidad de eliminar cualquier tipo de partículas extrañas, suciedad y restos de tierra que pueda estar adherida a la yuca, esta operación se puede realizar por inmersión, agitación o aspiración mediante el uso de 1m³ agua /ton yuca.

Picado:

El picado se realiza para facilitar la volatilización del ácido cianhídrico y determinar la forma de suministrar el material a los animales. El picado se puede realizar con machetes, o el empleo de máquinas picadoras.

Secado:

Una vez que la yuca se ha picado, los pequeños trozos son secados al sol de forma natural durante 4 a 6 horas, la humedad residual es eliminada mediante secado artificial, el cual se realiza en hornos con corrientes de aire caliente a temperaturas entre 60 y 65° C por 2 horas, cabe señalar que mientras los trozos sean más pequeños el tiempo de secado será más rápido.

Molienda:

La molienda se hace mediante molinos de martillos, al cual se le acondicionan filtros de tela para recoger el polvo fino que resulta del proceso. En esta etapa los trozos se reducen y por medio de la malla se rechazan pequeños materiales como cascarilla, trozos duros de fibra, astillas.

Empaque:

La harina se coloca en sacos de polipropileno, papel y algodón y puede tener una vida útil de hasta ocho semanas a una temperatura de 28°C y 69 % de humedad relativa en promedio.

Almacenamiento:

El producto es almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización.

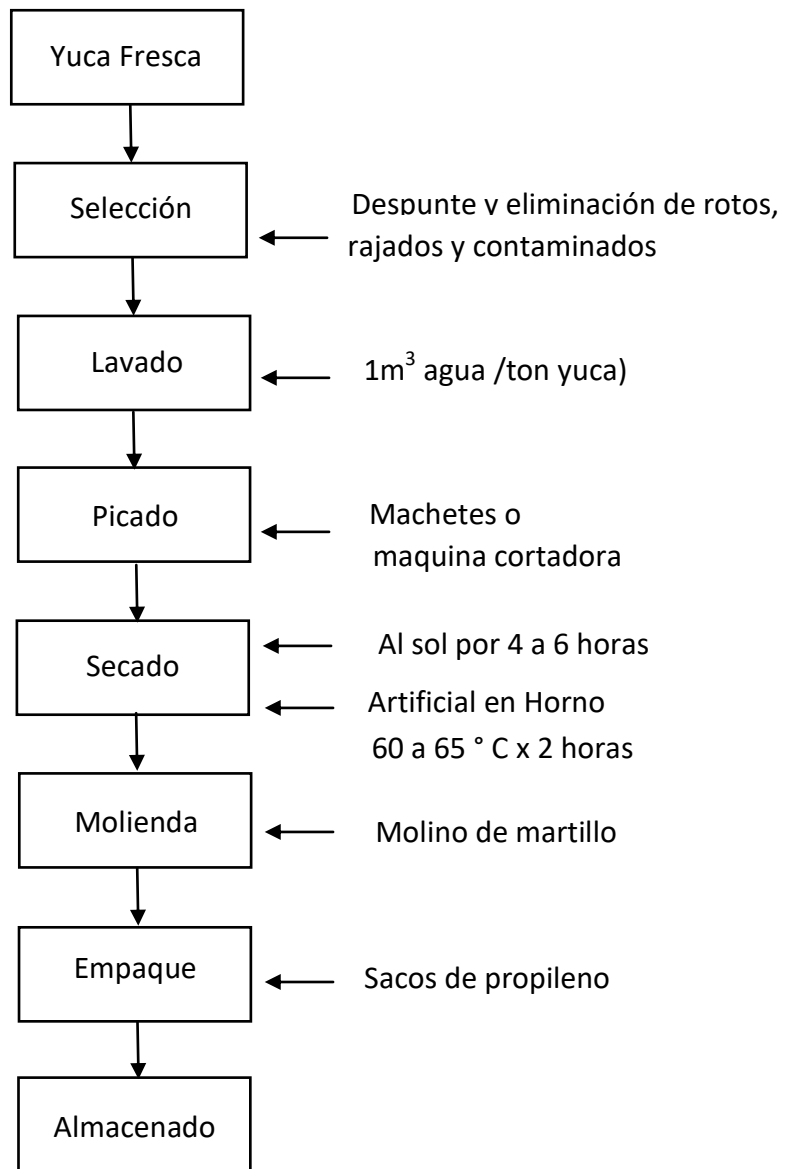


Figura 1: Diagrama de flujo para elaboración de harina de yuca

2.3 Composición química y valor nutritivo.

La raíz de la yuca es un recurso nutricional importante para la alimentación animal y su composición química depende de factores como: variedad, tipo de suelo, humedad, condiciones climáticas, edad de cosecha y material evaluado (FAO, 2002).

El contenido de materia seca de la raíz de yuca fluctúa entre 35 y 38 %, y de una producción de 2.6 toneladas de raíz se puede obtener una tonelada de harina de yuca (Buitrago *et al.*, 2007). Al realizar un corte transversal de la raíz se muestra la corteza (12 al 22 %) y el cilindro central o pulpa (78 al 85 %) con células parenquimatosas llenas de almidón, la cual constituye una excelente fuente de energía (Montaldo, 1973).

Rivas (2014) menciona que la principal característica de la harina de yuca es el alto contenido de carbohidratos bajo la forma de almidón, que las convierte en una buena fuente de energía para los animales. En la concentración energética FEDNA (2015), señala un valor de 3.010 Mcal de EM/kg., lo cual indica que puede ser considerada como un sustituto de los cereales.

El valor nutricional se ve limitado debido al contenido fibroso con altos niveles de polisacáridos no almidonados (Arowara *et al.*, 1999). A medida que aumenta el nivel de fibra, el contenido de almidón y otros carbohidratos disponibles disminuye y contiene factores antinutricionales que pueden afectar la digestibilidad del alimento (Tewe, 1988).

El contenido proteico y el nivel de aminoácidos esenciales como la metionina, cistina y triptofano es bajo en comparación con otros cereales, estando entre un 2 y 4 %. El verdadero contenido de proteínas es inferior a la mitad, debido a que el 50% del nitrógeno en la raíz está bajo forma no proteica. Por otra parte, las raíces contienen cantidades relativamente significativas de vitaminas, como la vitamina C, tiamina, riboflavina y niacina (FAO, 2002).

El bajo contenido de proteínas, vitaminas y minerales esenciales de la harina de yuca, es considerado el principal factor que limita el uso en aves, sin embargo, con un adecuado nivel proteico podría reemplazar completamente al maíz en dietas avícolas. (Oruwari *et al.*, 2003).

2.4 Sustancias tóxicas.

A pesar de los valores nutricionales de esta raíz, se conoce la presencia de factores antinutricionales conocidos como glucósidos cianogénicos, los cuales se transforman en ácido cianhídrico. Los glucósidos se descomponen en el tracto digestivo de los animales, lo que produce la liberación de cianuro de hidrógeno (Padmaja, 1995).

El ácido cianhídrico (HCN) se forma cuando se cortan o trituran las plantas o las partes que contienen glucósidos. En la yuca se han identificado los glucósidos linamarina y lotaustralina (Fretes, 2010). La dosis letal en aves no se ha establecido en forma definitiva, pero se ha demostrado que pueden tolerar 150 mg de HCN /kg de alimento (Buitrago, 2001).

Por otra parte, existen principalmente dos métodos para el procesamiento de yuca fresca, la cual permite eliminar el contenido de HCN: 1) deshidratación artificial y 2) secado por radiación solar. El secado al sol puede ser el método de elección en los países tropicales, ya que reduce el HCN, por debajo de los niveles tóxicos sin un efecto apreciable en la calidad nutricional, este método tiene la ventaja de ahorrar costos de energía y equipo, los cuales pueden ser limitantes en sistemas agrícolas de pequeña escala (Diarra y Devi, 2015).

2.5 Uso de harina de yuca en la nutrición de aves.

En cuanto al uso de la harina de yuca en raciones de gallinas de postura, diferentes autores coinciden en que los contenidos de este producto no deben ser superiores al 50% ya que han observado un detrimento en el nivel de performance productiva cuando se utilizan niveles superiores de este producto.

Anaeto y Adighibe (2011) indicaron que la sustitución de maíz por harina de yuca de raíz hasta en 50% no afectó significativamente la producción de huevos de gallina. Sin embargo, la inclusión de esta harina por encima del 50 % redujo la producción de huevos y el peso del huevo. El consumo de alimento disminuyó significativamente a medida que aumentó el nivel de harina de raíz de yuca.

Estudios realizados por Job *et al.* (1980), con aves mostraron que los rendimientos productivos declinan progresivamente a medida que se incrementa el contenido de harina

de yuca en la ración, a menos que estas dietas sean suplementadas con un adicional de proteína, metionina, lisina y aceite.

Las gallinas de postura parecen tolerar más subproductos de la yuca en la dieta, principalmente debido a su menor requerimiento de energía en comparación con los pollos de carne. En un estudio con gallinas ponedoras, Obioha *et al.* (1984) observaron que el 20% de la dieta con harina de yuca mantuvo el rendimiento en términos de producción de huevos, peso promedio de huevo y conversión de alimentos en comparación con la dieta control a base de maíz.

Aina y Fanimó (1997) reportaron que niveles de 52 % de harina de yuca no afectaron significativamente el peso del huevo, conversión alimenticia, calidad de huevo y el espesor de la cáscara en gallinas de postura.

En una investigación en el rendimiento, calidad del huevo y características hematológicas de gallinas ponedoras alimentadas con harina de yuca, Oyewumi (2013) reportó que la calidad del huevo expresada en peso del huevo, largo del huevo, altura de la yema, peso del albumen no fue afectada significativamente con niveles de harina de yuca menores al 50 %. El grosor de la cáscara del huevo se incrementó con una mayor inclusión de los niveles de harina de yuca, debido posiblemente a la presencia de altos niveles de calcio en harina de yuca en comparación al maíz grano.

Cuando se emplean altas concentraciones de harina de yuca en las dietas y se desea obtener mayor pigmentación de la piel, grasa, tarsos y pico, es necesario suplir con pigmentos naturales o artificiales (Hanchen, 1992 y Raghavan, 2002).

Valdivié *et al.* (2011) sustituyeron totalmente el maíz y aceite de soya por harina de yuca y aceite de palma, en dietas para gallinas ponedoras, durante las ocho semanas del pico de postura, reportando que la producción de huevos no difirió significativamente entre los tratamientos (0, 27 y 52 % de harina de yuca). El color de la yema de huevo se redujo, según la Escala Roche, cuando se sustituyó el maíz por harina de yuca debido al bajo contenido de pigmentos carotenoides.

2.6 Uso de manano oligosacáridos en la nutrición de aves.

Dentro de los prebióticos con mayor potencial están los manano oligosacáridos (MOS), que son un tipo de oligosacáridos derivados de la pared celular de la levadura

Saccharomyces cerevisiae (Mewes *et al.*, 1997), estos carbohidratos actúan favoreciendo el sistema inmunológico y como complemento nutricional en animales jóvenes (Dildey *et al.*, 1997).

La inclusión de manano oligosacáridos (MOS) en la dieta tiene como objetivo, prevenir la colonización y adherencia de bacterias entéricas en el tracto gastrointestinal del animal, debido a que poseen la capacidad de modular el sistema inmunológico y la microflora, preservando la superficie de absorción intestinal, produciendo sustancias como ácido láctico, vitaminas del complejo B, peróxido de hidrógeno y MOS (Newman *et al.*, 1993).

Shashidara y Devegowda (2003), evaluaron el uso de manano oligosacáridos (0.5g/kg) en gallinas de 60 a 67 semanas de edad para la producción de huevos fértiles (pollos de engorde), encontrando durante el periodo de estudio diferencias significativas en la producción de huevos al compararlo con la dieta control, a excepción de la semana 66 que no mostraron diferencias significativas.

La suplementación con MOS y β -Glucanos en dietas de gallinas de postura (1 a 90 días) mejoraron significativamente la producción de huevos y el consumo de alimentos. Sin embargo, la conversión alimenticia, peso del huevo y la gravedad específica no difirió significativamente (Gürbüz *et al.*, 2011).

En un estudio realizado por Vasquez *et al.* (2010) en pollos parrilleros de 1 a 42 días, con la inclusión de MOS en la dieta (0.02. y 0.04 por ciento), no se encontraron efectos significativos sobre los parámetros productivos peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Lugar y periodo de ejecución.

La presente investigación se llevó a cabo de acuerdo al cronograma de actividades 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 marzo hasta 24 de mayo del 2017, con una duración de doce semanas.

Previo al experimento del 8 al 28 de febrero 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, distribuidos al azar en seis tratamientos, con seis repeticiones cada una; teniendo así 36 unidades experimentales (jaulas) con seis gallinas en cada una (Anexo I). Las aves tuvieron un peso corporal promedio de 2.1 kg con un rango de variación de más 5 por ciento.

En el cuadro 1, se presentan los resultados del análisis químico de la harina de yuca realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cuadro 1: Análisis químico de la harina de yuca.

Análisis	Resultado
a.- Humedad, %	12.72
b.- Proteína Total (N x 6.25), %	2.10
c.- Grasa, %	0.31
d.- Fibra Cruda, %	2.69
e.- Ceniza, %	2.05
f.- ELN, %	80.13

FUENTE: Informe de ensayo LENA N° 0657/2016

3.3 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 0.60 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 utilizaron 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.

3.4 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.

3.5 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.

3.6 Tratamientos.

Se utilizaron seis dietas experimentales que fueron formulados utilizando un programa lineal al mínimo costo Mixit - 2, de acuerdo a los requerimientos nutricionales según N.R.C. (1994) y del manual de manejo de la línea genética Hy-Line Brown. Las dietas fueron isoenergéticas, isoproteicas e isocalóricas y cubrían los requerimientos mínimos de aminoácidos esenciales. La composición porcentual de las dietas experimentales y su valor nutritivo calculado se presentan en el cuadro 2.

Los tratamientos (T) evaluados fueron:

- Tratamiento (T1): Dieta control(testigo) sin harina de yuca y sin MOS
- Tratamiento (T2): Dieta sin harina de yuca y 0.05 por ciento MOS
- Tratamiento (T3): Dieta con 10 por ciento de harina de yuca y sin MOS
- Tratamiento (T4): Dieta con 10 por ciento de harina de yuca y 0.05 por ciento MOS
- Tratamiento (T5): Dieta con 20 por ciento de harina de yuca y sin MOS
- Tratamiento (T6): Dieta con 20 por ciento de harina de yuca y 0.05 por ciento MOS

Se utilizó manano oligosacárido (MOS), el cual estuvo compuesto de una fracción de carbohidrato natural separada de una cepa de levadura específica (anexo II).

Cuadro 2: Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas experimentales según tratamiento.

Ingredientes (%)	Tratamientos					
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6
Harina de Yuca	-	-	10	10	20	20
Manano oligosacáridos	-	0.05	-	0.05	-	0.05
Maíz	62.88	62.88	52.39	52.28	39.7	39.57
Harina de soya	21.59	21.59	20.68	20.66	21.9	21.93
Carbonato de calcio	11.01	11.08	10.99	10.99	10.87	10.87
Aceite de Palma	1.68	1.67	2.05	2.08	3.1	3.15
Harina de Pescado	-	-	1.42	1.49	2	2
Fosfato dicalcico	1.73	1.62	1.43	1.43	1.37	1.37
Sal común	0.37	0.37	0.35	0.35	0.34	0.34
DL – Metionina	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17
Bicarbonato de sodio	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Cloruro de Colina 60%	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
Promotor de crecimiento	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
L-Lisina- HCl	0.03	0.03	0.01	0.01	-	-
Treonina	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Pigmentante	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	100	100	100	100	100	100
Valor nutricional calculado (%)						
Proteína	14.55	14.55	14.55	14.55	14.55	14.55
E. M. (Mcal/Kg)	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81
Fibra cruda	3.02	3.02	3.20	3.20	3.49	3.49
Lisina	0.78	0.78	0.78	0.78	0.81	0.81
Arginina	0.98	0.98	0.97	0.97	0.99	0.49
Metionina	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43
Metionina + Cistina	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68
Triptofano	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
Treonina	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58

Fosforo disponible	0.37	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Calcio	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
Sodio	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18

3.7 Manejo experimental.

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.

3.8 Parámetros evaluados.

Las evaluaciones de las variables se realizaron de la siguiente manera:

3.8.1 Parámetros de producción.

- Producción de huevos.

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.

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

- 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:

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

- 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:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

3.8.2 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.

3.8.3 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.

- Unidades 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.

3.8.4 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:

$$R. E. = I - C$$

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 harina de yuca 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 harina de yuca (10 y 20 por ciento) y manano oligosacáridos (0 y 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 modelo aditivo lineal empleado fue el siguiente:

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

$i = 1, 2$ bloque

$j = 1, 2, 3$ niveles del factor α (harina de yuca)

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

$l = \#$ de observación

Donde:

Y_{ijk} = Es la l -ésima observación, donde se aplicó el i -ésimo bloque, j -ésimo nivel harina de yuca y el k -ésimo nivel de manano oligosacáridos 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 harina de yuca).

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

$(\alpha\beta)_{jk}$ = Es el efecto de la interacción entre los niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

ϵ_{ijkl} = Es el error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Comportamiento productivo.

4.1.1 Producción de huevos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio se presentan en el cuadro 3 y en el anexo III. En la prueba de comparación de medias se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el parámetro producción de huevos. La mayor producción de huevos fue obtenida en el grupo de aves alimentadas con la dieta que contenía 10 por ciento de harina de yuca sin MOS (T3).

Estos resultados corroboran los hallazgos realizados por Job *et al.* (1980) quienes informaron que los rendimientos productivos en las aves declinan progresivamente a medida que se incrementa el contenido de harina de yuca en la ración. Esto puede deberse al aumento en la cantidad de fibra dietética a medida que la harina de yuca aumenta en la dieta, la fibra forma complejos con otros nutrientes que previenen su degradación y utilización, por lo que la producción de huevos disminuye (Aderemi *et al.*, 2012).

4.1.2 Peso de huevo y masa de huevo diaria.

Los resultados del peso de huevo se muestran en el cuadro 3 y en el anexo IV. Al efectuarse el análisis de comparación de medias, se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Los mayores pesos de huevo se obtuvieron con los tratamientos T1 y T3 que contenían 0 y 10 por ciento de harina de yuca sin adición de MOS., estos resultados coinciden con Murakami *et al.* (1993) quienes mencionaron que el consumo de alimento depende especialmente del contenido de energía, a medida que se disminuye la densidad calórica y se mantiene la densidad de nutrientes de la dieta el ave

consume más, y por lo tanto recibe más energía, aminoácidos esenciales y otros nutrientes, que conducen a una mayor producción.

Los resultados de masa de huevo diaria se muestran en el cuadro 3 y en el anexo V. Al efectuarse el análisis de comparación de medias, se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos.

Cuadro 3: Comportamiento productivo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS

Tratamiento	Harina yuca (%)	MOS(%)	Producción de huevos (%)	Peso promedio de huevo (g)	Masa de huevo (g/ave/d)	Consumo de alimento (g/ave/d)	Conversión alimenticia	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso final – Peso Inicial (g)
1	0	0	86.83 ^b	58.35 ^{ab}	50.67 ^{ab}	106.99 ^a	2.11 ^b	2026.17 ^a	2031.50 ^a	5.33 ^a
2	0	0.05	82.00 ^d	56.45 ^c	46.30 ^c	102.93 ^{cd}	2.22 ^a	1909.50 ^a	1920.00 ^a	10.50 ^a
3	10	0	89.00 ^a	59.68 ^a	53.15 ^a	104.72 ^b	1.97 ^{d*}	1936.00 ^a	1942.67 ^a	6.67 ^a
4	10	0.05	85.67 ^{bc}	56.43 ^c	48.35 ^{bc}	103.52 ^{bc}	2.14 ^{ab}	1929.00 ^a	1936.67 ^a	7.67 ^a
5	20	0	87.83 ^{ab}	57.98 ^{bc}	50.92 ^a	101.72 ^d	1.99 ^{cd}	1935.83 ^a	1944.33 ^a	8.50 ^a
6	20	0.05	83.33 ^{dc}	56.99 ^{bc}	47.50 ^c	99.34 ^e	2.09 ^{bc}	2027.33 ^a	2031.50 ^a	4.17 ^a
Efecto de la harina de yuca		0	84.41 ^b	57.40 ^a	48.49 ^b	104.96 ^a	2.16 ^a	1967.83 ^a	1975.75 ^a	7.92 ^a
		10	87.33 ^a	58.05 ^a	50.75 ^a	104.12 ^a	2.06 ^b	1932.50 ^a	1939.67 ^a	7.17 ^a
		20	85.58 ^b	57.48 ^a	49.21 ^{ab}	100.53 ^b	2.04 ^b	1981.58 ^a	1987.92 ^a	6.33 ^a
Efecto de las MOS		0	87.88 ^a	58.67 ^a	51.58 ^a	104.47 ^a	2.02 ^a	1966.00 ^a	1972.83 ^a	6.83 ^a
		0.05	83.67 ^b	56.62 ^b	47.39 ^b	101.93 ^a	2.15 ^b	1955.58 ^a	1962.72 ^a	7.44 ^a
Probabilidad										
Nivel de piso jaula			0.8927	0.2306	0.4648	0.5395	0.6137	0.3907	0.6758	0.6973
Nivel de harina yuca (A)			0.0022	0.3355	0.0289	<.0001	0.0036	0.3907	0.4025	0.8290
Nivel de MOS(B)			<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0002	0.7131	0.7296	0.7698
A x B			0.6890	0.3225	0.8591	0.0428	0.7199	0.0322	0.0447	0.1671

(12 semanas).

^{a, b, c y d} Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas (P < 0.05).

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

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % harina de yuca y 0 % MOS; T2: Dieta con 0 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T3: Dieta con 10 % harina de yuca y 0 % MOS; T4: Dieta con 10 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T5: Dieta con 20 % harina de yuca y 0 % MOS; T6: Dieta con 20 % harina de yuca y 0.05 % MOS.

Los tratamientos T1, T3 y T5 que contenían 0, 10 y 20 por ciento de harina de yuca sin adición de MOS presentaron los mayores valores en masa de huevo ave/día en comparación con los otros tratamientos con adición de MOS. Al realizar la comparación con la dieta control (T1) en la masa de huevos encontraron diferencias significativas con los tratamientos T2 y T6 con la inclusión de manano oligosacáridos

Al evaluar el efecto de MOS, se encontró que a un nivel de 0.05 por ciento no mejoró significativamente el peso de huevo y masa de huevo. Estos resultados no concuerdan a lo obtenido por Shashidara y Devegowda (2003) quienes evaluaron el uso de MOS en gallinas de 60 a 67 semanas de edad para la producción de huevos fértiles, donde durante el periodo de estudio se obtuvo diferencias significativas en la producción de huevos al comparar la dieta control y el MOS.

4.1.3 Consumo de alimento y conversión alimenticia.

Los resultados del efecto de diferentes niveles de harina de yuca y MOS sobre el consumo de alimento se muestran en el cuadro 3. Al realizar el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (anexo VII). Las aves que consumieron 20 por ciento de harina de yuca, disminuyeron significativamente el consumo de alimento, esto podría atribuirse al nivel de fibra y la presencia de factores antinutricionales que afectaron la digestibilidad del alimento (Parr, 1988). Resultados similares fueron reportados por Guadalupe (1990) y Anaeto y Adighibe (2011).

Además de las consideraciones mencionadas, la densidad como factor regulador del consumo de alimento es de importancia en los requerimientos físicos de la dieta. Es así que García & Dale (1999) reportaron que niveles mayores al 25 por ciento de harina de yuca reducen el consumo de alimento y afectan el comportamiento de las aves, debido al efecto del polvo de harina de yuca en el alimento balanceado. De acuerdo a esto, es importante conocer la naturaleza física volumétrica de los ingredientes que componen la dieta, por cuanto en el presente estudio, la inclusión de harina de yuca afecto el consumo de alimento.

Del mismo modo, los resultados de conversión alimenticia (cuadro 3 y anexo VIII) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Las aves alimentadas con el tratamiento T3 (10 por ciento de harina de yuca sin adición de MOS), presentaron un

menor índice de conversión alimenticia (2.22 g/g) en comparación con los demás tratamientos, esto se debe al efecto del tratamiento sobre la masa de huevo. En contraste, Aina y Fanimó (1997) observaron que reemplazando la harina de yuca por maíz hasta niveles de 52 por ciento no afectaron significativamente la conversión alimenticia en gallinas de postura.

4.1.4 Peso inicial y peso final.

Los resultados son presentados en el cuadro 3 y en los anexos IX y X, muestran que no hubo diferencias entre los pesos de las aves asignadas a los diferentes tratamientos. Estos resultados concuerdan con Salami (2000), quien encontró que el peso no fue afectado significativamente por la inclusión de dietas con un nivel de 50 por ciento de harina de yuca.

Las aves alimentadas con los tratamientos T1 y T6, son las que tuvieron numéricamente mayores pesos finales (2,031.5 g/ave), en relación a los otros tratamientos. Las aves alimentadas sin harina de yuca con suplementación con MOS (T2), presentaron los menores valores de peso final comparado con los otros tratamientos.

Como se observa en el cuadro 3 y en el anexo XI, las ganancias de peso de las gallinas en todos los tratamientos fueron significativamente similares. Dichos resultados concuerdan con lo reportado por Vásquez *et al.* (2010) en pollos parrilleros de 1 a 42 días, quienes con la inclusión de manano oligosacáridos en la dieta no encontraron efectos significativos en la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

4.2 Consumo de nutrientes.

4.2.1 Consumo de energía metabolizable y proteína cruda.

Al evaluar el consumo de energía metabolizable y proteína cruda (cuadro 4, anexos XII y XIII) se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Las aves alimentadas con la dieta control sin inclusión de harina de yuca y MOS (T1) obtuvieron niveles de consumo de energía metabolizable y proteína superiores a los obtenidos por los otros tratamientos.

Los resultados de consumo de energía concuerdan a lo obtenido por Farrell *et al.* (1981) quienes reportaron que la ingesta de alimento y energía fueron significativamente mayores con dietas comerciales en comparación a dietas a base de harina de yuca.

Por otra parte, las dietas con mayor consumo de proteína presentaron un mayor peso de huevo, esto puede atribuirse a que la proteína es un componente importante de los huevos (Leeson *et al.*, 2000).

4.2.2 Consumo de lisina, metionina y metionina + cistina.

Hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en el consumo de lisina, metionina y metionina + cistina (cuadro 4 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.

El mayor consumo de estos nutrientes se logró con el tratamiento control (T1). 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 de huevos.

Cuadro 4: Consumo de nutrientes en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas).

Tratamiento	Harina yuca (%)	MOS (%)	EM (Kcal/ave/día)	Proteína cruda (g/ave/día)	Lisina (g/ave/día)	Metionina (g/ave/día)	Metionina + Cistina (g/ave/día)
1	0	0	3.01 ^a	15.57 ^a	0.84 ^a	0.45 ^a	0.73 ^a
2	0	0.05	2.89 ^{cd}	14.98 ^{cd}	0.80 ^c	0.43 ^b	0.70 ^{cd}
3	10	0	2.94 ^b	15.24 ^b	0.82 ^{bc}	0.44 ^b	0.71 ^b
4	10	0.05	2.90 ^{bc}	15.06 ^{bc}	0.81 ^c	0.44 ^b	0.70 ^{bc}
5	20	0	2.85 ^d	14.80 ^d	0.83 ^{ab}	0.44 ^b	0.69 ^d
6	20	0.05	2.79 ^e	14.45 ^e	0.81 ^c	0.42 ^c	0.67 ^e

^{a, b, c y d} Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

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

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % harina de yuca y 0 % MOS; T2: Dieta con 0 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T3: Dieta con 10 % harina de yuca y 0 % MOS; T4: Dieta con 10 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T5: Dieta con 20 % harina de yuca y 0 % MOS; T6: Dieta con 20 % harina de yuca y 0.05 % MOS.

4.3 Parámetros de calidad de huevo.

4.3.1 Pigmentación de yema.

Los datos de comparación de medias no mostraron diferencias significativas en la pigmentación de la yema (cuadro 5 y anexo XVII). Estos resultados concuerdan a lo obtenido por Smith (2003) quien reportó que niveles de harina de yuca hasta un 50 por ciento en reemplazo de maíz no afectó la pigmentación de la yema, una menor pigmentación de la yema podría superarse mediante la adición de xantofilas. Estos resultados difieren de lo reportado por Cruz *et al.* 2006 y Guadalupe (1990) donde se redujo el color de la yema de huevo cuando se sustituyó harina de yuca por maíz, esto podría atribuirse al bajo contenido de pigmentos carotenoides de la raíz de yuca tradicional.

4.3.2 Espesor de cáscara de huevo.

En el cuadro 5 y en el anexo XVIII, se observó diferencias significativas entre los tratamientos en el espesor de cáscara de huevo. El espesor de la cáscara de huevo de las aves alimentadas con el tratamiento T2, presentaron un mayor espesor, en relación con los otros tratamientos, aumentando el espesor de la cáscara de huevo en 11.32 por ciento en relación al tratamiento control.

Así, el resultado positivo encontrado en el tratamiento T2 con respecto al espesor de la cáscara, indicaría una mayor deposición de calcio, debido a la utilización de MOS, posiblemente asociada a una mayor liberación de los minerales que estaban encapsulados dentro de la pared celular de la harina de yuca. Sin embargo, estos resultados difieren a los encontrados por Novak *et al.* (2008) quienes no encontraron efectos de las MOS 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 5: Calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas).

Tratamiento	Harina yuca (%)	MOS (%)	Pigmentación	Espesor de cáscara (mm)	Altura de clara (mm)	Altura de yema (mm)	Unidades Haugh
1	0	0	8.04 ^a	0.53 ^b	10.07 ^a	19.60 ^a	99.13 ^a
2	0	0.05	8.16 ^a	0.59 ^a	9.38 ^a	19.51 ^a	97.05 ^a
3	10	0	8.33 ^a	0.53 ^b	9.53 ^a	19.69 ^a	97.19 ^a
4	10	0.05	8.66 ^a	0.55 ^{ab}	10.07 ^a	19.78 ^a	100.21 ^a
5	20	0	7.91 ^a	0.55 ^{ab}	10.06 ^a	19.61 ^a	99.85 ^a
6	20	0.05	8.25 ^a	0.55 ^{ab}	9.50 ^a	19.68 ^a	97.67 ^a
Efecto de la harina de yuca		0	8.10 ^a	0.56 ^a	9.64 ^a	19.55 ^a	98.10 ^a
		10	8.50 ^a	0.54 ^a	9.79 ^a	19.74 ^a	98.70 ^a
		20	8.08 ^a	0.54 ^a	9.78 ^a	19.64 ^a	98.76 ^a
Efecto del MOS		0	8.09 ^a	0.53 ^a	9.83 ^a	19.63 ^a	98.72 ^a
		0.05	8.36 ^a	0.57 ^b	9.65 ^a	19.66 ^a	98.32 ^a
Probabilidad							
Nivel de piso jaula			0.5888	0.3043	0.7089	0.6477	0.8035
Niveles de harina de yuca (A)			0.2000	0.3932	0.8412	0.6798	0.8650
Niveles de MOS (B)			0.1976	0.0299	0.4658	0.8760	0.7195
A x B			0.8744	0.3041	0.1141	0.8845	0.1057

^{a,b}Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

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

²Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % harina de yuca y 0 % MOS; T2: Dieta con 0 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T3: Dieta con 10 % harina de yuca y 0 % MOS; T4: Dieta con 10 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T5: Dieta con 20 % harina de yuca y 0 % MOS; T6: Dieta con 20 % harina de yuca y 0.05 % MOS.

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 clara y altura de yema.

En relación a la altura de la clara y altura de la yema no se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos (cuadro 5 y anexos XIX y XX). La altura de la clara fue mayor con el tratamiento T4 y menor para el tratamiento T2 en comparación con los otros tratamientos. De otro lado, se observa que la inclusión de MOS con el tratamiento T4 permitió obtener numéricamente una mayor altura de yema, en comparación con los otros tratamientos.

4.3.4 Unidades Haugh.

Los resultados presentados (cuadro 5 y anexo XXI) muestran que no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos sobre las Unidades Haugh. Las Unidades Haugh son una medida de la calidad proteínica del huevo que correlaciona esta altura del huevo con el peso del huevo y se emplea como indicador de frescura. La disminución de los valores de las Unidades Haugh 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 la las Unidades Haugh.

4.4 Retribución económica y mérito económico.

Como se observa en el cuadro 6, la mayor cantidad de huevos producidos (4.47 kg) fue obtenido con el tratamiento T3, lográndose consecuentemente un mayor ingreso bruto por la venta de huevos (S/. 17.88).

Se observa que el precio del alimento fue incrementándose con la inclusión de MOS, sin embargo, la reducción observada en el costo unitario de la dieta control comparada con los demás tratamientos puede ser atribuida al menor consumo de alimento (8.84 Kg), considerando el consumo total, el menor costo de alimento para todo el periodo evaluado (12 semanas) fue obtenido para el tratamiento T1 (S/. 11.36).

La mayor retribución económica se obtuvo con el tratamiento T3 (10 por ciento de harina de yuca sin MOS) la cual podría estar asociada con los parámetros productivos observados para este tratamiento a razón de siete por ciento de incremento en comparación con la dieta control.

Cuadro 6: Retribución económica en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y niveles de MOS (12 semanas).

RUBRO	T- 1	T-2	T-3	T- 4	T-5	T- 6
Kilos de huevo total producido (kg/gallina)	4.26	3.89	4.47	4.06	4.28	3.99
Precio kg de huevo (S/kg)	4	4	4	4	4	4
Ingreso bruto por venta de huevo (S/.)	17.04	15.56	17.88	16.24	17.12	15.96
Alimento consumido total, (kg)	8.84	9.11	9.04	9.17	9.10	8.72
Precio del alimento, (S./kg)	1.29	1.31	1.31	1.33	1.35	1.38
Costo total de alimentación, (S/.)	11.36	11.91	11.80	12.24	12.32	12.04
Retribución económica (S/.)	5.68	3.65	6.08	4.00	4.80	3.92
Merito económico	100%	64.26%	107.08%	70.43%	84.46%	68.94%

Tratamientos: T1: Dieta control con 0 % harina de yuca y 0 % MOS; Tratamiento; T2: Dieta con 0 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T3: Dieta con 10 % harina de yuca y 0 % MOS; T4: Dieta con 10 % harina de yuca y 0.05 % MOS; T5: Dieta con 20 % harina de yuca y 0 % MOS; T6: Dieta con 20 % harina de yuca y 0.05 % MOS.

V. CONCLUSIONES.

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

1. La dieta con el nivel de 10 por ciento de harina de yuca sin adición de MOS permitió obtener resultados significativamente mayores para producción de huevos, peso de huevo, masa de huevo y conversión alimenticia.
2. El consumo de nutrientes (energía metabolizable, proteína cruda, lisina, metionina, metionina+ cistina) fue significativamente mayor con la dieta sin harina de yuca y MOS (testigo).
3. La adición de manano oligosacáridos (MOS) no influyo en los tratamientos evaluados.
4. La mayor retribución económica se obtuvo con la adición de 10 por ciento de harina de yuca sin la inclusión de MOS en la dieta de gallinas ponedoras.

VI. RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes recomendaciones:

1. Es posible sustituir de manera parcial harina de yuca por maíz hasta un 10 por ciento en dietas de gallinas en ponedoras.
2. Evaluar el uso de harina de yuca solo o en combinación con otros insumos no tradicionales en la performance de gallinas ponedoras en diferentes niveles de participación.
3. Evaluar el efecto de diversos tipos de procesamiento de harina de yuca en la performance de gallinas ponedoras.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

ADEREMI, F.A., T.K. ADENOWO AND A.O. OGUNTUNJI. 2012. Effect of whole cassava meal on performance and egg quality characteristics of layers. *J. Agric. Sci.*, 4: 195-200.

AINA, A; BUKOLA, J; FANIMO, AO. 1997. Substitution of Maize with Cassava and Sweet Potato Meal as the Energy Source in the Rations of Layer Birds. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 20 (2/3). pp. 163-167. Issn 0126-6128

ANAETO, M; ADIGHIBE, LC. 2011. Cassava root meal as substitute for maize in layers ration. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 13(2): 153-156.

AROWORA, KA; TEWE, OO; FASEIN TO; LAMINA, RO. 1999. Carbohydrate constituents of cassava peel clones and their utilization in pig grower rations. *Trop. Anim. Prod. Invest.* 2: 29-34.

BUITRAGO, JA; GIL, JL; OSPINA, B. 2001. La yuca en la alimentación avícola. *Cuaderno Avícola* 14:40

BUITRAGO, J.A; OSPINA, B; Y GIL, J.L. 2007. Cassava root and leaf meals as the main ingredients in poultry feeding: Some experiences in Colombia. In: Howeler, Reinhardt H. (ed.). *Cassava research and development in Asia: Exploring new opportunities for an ancient crop: Proceedings of the seventh regional workshop held in Bangkok, Thailand*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cassava Office for Asia, Bangkok, TH. p. 523-541.

CEBALLOS, H. 2002. La yuca en Colombia y en el mundo, nuevas perspectivas para un cultivo milenario. *Publicación CIAT*. No. 327. p.1

CRUZ, F.G., GUIMARÃES, F., PEREIRA, M. & CHAVES, F.A. 2006. Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. *Rev. Brasileira de Zootecnia* 35:2303.

DIARRA, SS; DEVI, A. 2015. Feeding Value of Some Cassava By-Products Meal for Poultry: A Review. *Pakistan Journal of Nutrition* 14 (10): 735-741.

DILDEY, D; SELLARS, K; BURRILL, M; TREE, J; NEWMAN, K; JACQUES, K. 1997. Effect of manano oligosaccharide supplementation on performance and health of Holstein calves. *Dairy Science* 80 (1): 188.

ERUVBETINE, D; TAJUDEEN, ID; ADEOSUN, AT; OLOJEDE, AA. 2003. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. *Bioresource Technol.*, 86 (3): 277–281.

ORGANIZACIÓN PARA LAS NACIONES UNIDAS (FAO). 2002. FAOSTAT Statistics Database. Consultado el 26 de diciembre de 2016. Disponible en <http://aps.fao.org>.

FARRELL, D; HAMID, H; HUTAGALUNG, RI. 1981. Free choice feeding of laying hens in humid tropics. *Tropical Animal Health and Production*; 6:1.

FEDNA. 2015. Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 3ª edición. Consultado el 26 de diciembre de 2016. Disponible en: <http://fundacionfedna.org/node/439>.

FRETES, F. 2010. Mandioca una opción industrial. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

GADP San Jacinto de Búa. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial. San Jacinto: GADPSJB, 2014.

GARCÍA, M. & DALE, N. 1999. Cassava root meal for poultry. *J. Appl. Poult. Res.* 8:132

GIL, J. 2015. Uso de la yuca en la alimentación animal. Fundación promotora del canal del dique. Corporación CLAYUCA, Colombia. Consultado el 2 febrero del 2018. Disponible en http://www.clayuca.org/sitio/images/publicaciones/cartilla_modulo_3_yuca_alimentacion_animal.pdf.

GUADALUPE, W.A.1990. Empleo de harina de yuca en reemplazo de maíz en dietas para pollos de carne. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Facultad de Zootecnia. Lima (Perú). 71 p.

GÜRBÜZ, E; BALEVI, T; KURTOĞLU, V; ÖZNURLU, Y. 2011. Use of yeast cell walls and *Yucca schidigera* extract in layer hens' diets. *Ital. J. Anim. Sci.* 10:e26.

HANCHEN, H. 1992. Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. *Poult. Sci.* 71:711.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2014. “Perú Compendio Estadístico Nacional 2014”.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS. (INEC). 2015. Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2015. Ecuador

JOB, TA; OWYEMI, JA; ENTONU, S. 1980. Optimal level of cassava (*Manihot esculenta*) flour in the diet of growing chicks. *Zbl. Vet. Med. A.* 27:669-674.

LEBOT, V. 2009. Tropical root and tuber crops: cassava, sweetpotato, yams and aroids. *Crop Production Science in Horticulture*. 17 Edition, CABI Publishing, Wallingford (United of Kingdom). 413 p.

LEESON S, SUMMERS JD, DIAZ GJ. 2000. *Nutrición Aviar Comercial*. Santafé de Bogotá, Colombia; p. 359.

MEWES HW; ALBERMAN, K; BAHR, M; FRISHMANN, D; GLEISSNER, A; HANI, J; HEUMANN, K. 1997. Overview of the yeast genome. *Nature* 387: 7-9.

MONTALDO, A. 1973. Importancia de la yuca en el mundo actual con especial referencia a Venezuela. Seminario Nacional sobre yuca. *Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela.* 24:35-51.

MURAKAMI, A. E., MORALES, V.M., ARIKI, J.1993. Niveis de proteína e energia em racoes para codornas japonesas (*Coturnix coturnix Japonica L.*) em postura. *Rev. Brasil. Zootec.* Vol. 22. Nº 4. Pag. 541 – 554.

NEWMAN, K; JACQUES, K; BUEDE, R. 1993. Effect of mannan oligosaccharide on performance of calves fed acidified and non-acidified milk replacers. *Dairy Science* 71 (1):271.

OBIOHA, FC; AZUBUIKE, GO; ENE, LSO; OKEREKE, HE; OKOLI, OO. 1984. The effect of partial replacement of maize with cassava peel meal on layer performance. *Nutr. Reports Int.*, 30 (6): 1423-1429.

ORUWARI, BM; ANIBO, AO; NKANTA, DM. 2003. Effect of replacing maize with cassava/brewers dried yeast blend cassava yeast on performance of broiler chicks and feed cost in Southern Nigeria. *Nig. J. Anim. Prod.*, 30: 168-178.

OYEWUMI, SO. 2013. Performance, egg quality and haemathological characterustucs of layer fed cassava a grit meal. Department of Agricultural Education. Oyo. State. Nigeria.

PADMAJA, G. 1995. Cyanide detoxification in cassava for food and feed uses. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 35(4): 299-339.

PARR, W. H. 1988. The small-scale manufacture of compound animal feeds. ODNRI. Overseas Development National Resources Institute. Bulletin, No.9. Centre Avenue, Kent, United Kingdom.

RAGHAVAN, V. 2002. Pigmentación en Broilers. *Avicultura Profesional* 20:3.

RIVAS, O. 2014. Efecto de la inclusión de harinas de maíz, yuca y quinchoncho en la alimentación de pollos de ceba en sistema de producción familiar. monografias.umcc.cu/monos/2014/Facultad%20Agronomia/mo144.pdf

SALAMI RI. 2000. Preliminary studies on the use of parboiled cassava peel meal as substitute for maize in layers diets. *Tropical Agriculture*; 199 -204.

SHASHIDHARA, RG; DEWEGOWDA, G, 2003. Effect of dietary mannan oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. *Poultry Sci.* 82:1319-1325.

SMITH H. 2003. Cassava as substitute for cereals in livestock rations.. Disponible en: http://www.radajamaica.comjm/tech_articles.asp?section=technical&ID=46.

TEWE, OO. 1988, Role of feed grains in the development of livestock industry. Document prepared for the U.S. Feed Grains Council, July, 1988, p. 6-10.

VALDIVIÉ, M; ZACARÍAS, JB; ALBELO, A; ARBELO, Y. 2011. Sustitución total del maíz importado por harina de raíz de yuca y del aceite de soya por el aceite de palma africana en dietas para gallinas ponedoras. XVI Forum de Ciencia Técnica. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

VÁSQUEZ M; FERNÁNDEZ, O; GERNAT, A; MURILLO, G; HINCAPIÉ, J. 2010. Efecto de Actigen en las dietas de pollos de engorde sobre el rendimiento, inmunidad e

integridad intestinal. s.l. Trabajo de Titulación. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano. Honduras.

VIII ANEXOS

Anexo I: Fotografías del experimento.



Distribución de animales experimentales



Distribución de las dietas experimentales

Anexo II: Ficha Técnica BIOMOS

Bio-Mos® es una estructura única de manano-oligosacáridos derivada de la pared celular de una cepa específica de levadura. Bio-Mos es incorporado a las dietas para mantener la salud intestinal y el desempeño general de los animales.

Comprobado científicamente y respaldado por más de 700 ensayos de investigación.

Beneficios:

- Aumenta la ganancia de peso y contribuye a mejorar la salud intestinal.
- Aumenta el desempeño del animal.
- Aumenta la digestión de nutrientes.
- Mejora la respuesta inmune por modulación.
- Disminuye el riesgo de diarreas.

Presentación: 25 kg.

Anexo III: Análisis de variancia para la producción de huevos (%) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	G L	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00001333	0.00001333	0.02	0.8927	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.01092451	0.00546226	7.58	0.0022	*
Efecto de MOS (B)	1	0.03101776	0.03101776	43.07	<.0001	*
A x B	2	0.00054356	0.00027178	0.38	0.6890	n.s
Error		0.02088667	0.00072023			
Total		0.06360000				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=2.26 %

Anexo IV: Análisis de variancia para peso de huevo (g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
---------------------	----	-------------------	------------------	---------	--------	---------------

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	2.63835593	2.63835593	1.50	0.2306	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	3.94583659	1.97291829	1.12	0.3395	n.s
Efecto de MOS (B)	1	36.18045980	36.18045980	20.57	<.0001	*
A x B	2	4.14156602	2.07078301	1.18	0.3225	n.s
Error	29	51.0178607	1.7592366			
Total	35	101.9742750				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=2.30 %

Anexo V: Análisis de variancia para masa de huevo acumulada (g/ave/periodo) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	16268.065	16268.065	0.55	0.4648	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	238004.799	119002.400	4.01	0.0289	*
Efecto de MOS (B)	1	1096544.870	1096544.870	36.98	<.0001	*
A x B	2	9056.267	4528.134	0.15	0.8591	n.s
Error	29	859823.358	29649.081			
Total	35	2240538.779				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.14 %

Anexo VI: Análisis de variancia para la masa de huevos (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	2.3055648	2.3055648	0.55	0.4648	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	33.7308389	16.8654194	4.01	0.0289	*
Efecto de MOS (B)	1	155.4060190	155.4060190	36.98	<.0001	*
A x B	2	1.2834846	0.6417423	0.15	0.8591	n.s
Error	29	121.8570519	4.2019673			
Total	35	317.5366750				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.14 %

Anexo VII: Análisis de variancia para consumo de ración (g/ave/d) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.7166226	0.7166226	0.39	0.5395	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	131.6535780	65.8267890	35.42	<.0001	*
Efecto de MOS (B)	1	57.3977646	57.3977646	30.89	<.0001	*
A x B	2	13.0800101	6.5400051	3.52	0.0428	*
Error	29	53.8900941	1.8582791			
Total	35	258.2976750				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.75 %

Anexo VIII: Análisis de variancia para el índice de conversión alimenticia (g/g) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00197370	0.00197370	0.26	0.6137	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.10405469	0.05202734	6.87	0.0036	*
Efecto de MOS (B)	1	0.14057696	0.14057696	18.55	0.0002	*
A x B	2	0.00503756	0.00251878	0.33	0.7199	n.s
Error	29	0.21977630	0.00757849			
Total	35	0.47956389				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.16 %

Anexo IX: Análisis de variancia para el peso inicial en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	1391.73704	1391.73704	0.16	0.6899	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	16647.52724	8323.76362	0.97	0.3907	n.s
Efecto de MOS (B)	1	1181.53347	1181.53347	0.14	0.7131	n.s
A x B	2	66450.55441	33225.27720	3.88	0.0322	*
Error	29	248582.7630	8571.8194			
Total	35	331458.3056				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.72 %

Anexo X: Análisis de variancia para el peso final en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	1564.81481	1564.81481	0.18	0.6758	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	16474.94979	8237.47490	0.94	0.4025	n.s
Efecto de MOS (B)	1	1068.00055	1068.00055	0.12	0.7296	n.s
A x B	2	60808.86893	30404.43446	3.47	0.0447	*
Error	29	254332.1852	8770.0754			
Total	35	331208.2222				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=4.75 %

Anexo XI: Análisis de variancia para la ganancia de peso en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	5.0703704	5.0703704	0.15	0.6973	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	12.4028234	6.2014117	0.19	0.8290	n.s
Efecto de MOS (B)	1	2.8668033	2.8668033	0.09	0.7698	n.s
A x B	2	125.1409873	62.5704936	1.90	0.1671	n.s
Error	29	952.762963	32.853895			
Total	35	1112.305556				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=80.29 %

Anexo XII: Análisis de variancia para el consumo de energía metabolizable en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00045370	0.00045370	0.30	0.5856	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.10517835	0.05258918	35.24	<.0001	*
Efecto de MOS (B)	1	0.04479380	0.04479380	30.01	<.0001	*
A x B	2	0.00904018	0.00452009	3.03	0.0639	n.s
Error	29	0.04327963	0.00149240			
Total	35	0.20440000				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.33 %

Anexo XIII: Análisis de variancia para el consumo de proteína cruda en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.0166459	0.0166459	0.42	0.5212	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	2.8008721	1.4004360	35.4	<.0001	*
Efecto de MOS (B)	1	1.22125386	1.2212538	30.93	<.0001	*
A x B	2	0.2769348	0.14124493	3.51	0.0432	*
Error	29	1.1448707	0.03947830			
Total	35	5.4898305				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.32 %

Anexo XIV: Análisis de variancia para el consumo de lisina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00003000	0.00003000	0.26	0.6144	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.00025406	0.00012703	1.10	0.3468	n.s
Efecto de MOS (B)	1	0.00374790	0.00374790	32.41	<.0001	*
A x B	2	0.00084991	0.00042496	3.68	0.0378	*
Error	29	0.00335333	0.00011563			
Total	35	0.00827500				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.31 %

Anexo XV: Análisis de variancia para el consumo de metionina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00001333	0.00001333	0.29	0.5971	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.00072921	0.00036460	7.81	0.0019	*
Efecto de MOS (B)	1	0.00109230	0.00109230	23.41	<.0001	*
A x B	2	0.00021888	0.00010944	2.35	0.1138	n.s
Error	29	0.00135333	0.00004667			
Total	35	0.00340000				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.56 %

Anexo XVI: Análisis de variancia para el consumo de metionina + cistina en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00006259	0.00006259	0.65	0.4262	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.00633571	0.00316786	32.96	<.0001	*
Efecto de MOS (B)	1	0.00261026	0.00261026	27.16	<.0001	*
A x B	2	0.00055891	0.00027946	2.91	0.0707	n.s
Error	29	0.00278741	0.00009612			
Total	35	0.01236389				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=1.39 %

Anexo XVII: Análisis de variancia para la pigmentación de yema (Escala Roche) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.10208333	0.10208333	0.30	0.5888	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	1.16306118	0.58153059	1.70	0.2000	n.s
Efecto de MOS (B)	1	0.59412669	0.59412669	1.74	0.1976	n.s
A x B	2	0.09215706	0.04607853	0.13	0.8744	n.s
Error	29	9.90833333	0.34166667			
Total	35	12.04687500				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=7.10 %

Anexo XVIII: Análisis de variancia para el espesor de cáscara de huevo (mm) en gallinas

ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.00166259	0.00166259	1.09	0.3043	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.00293184	0.00146592	0.96	0.3932	n.s
Efecto de MOS (B)	1	0.00792465	0.00792465	5.21	0.0299	*
A x B	2	0.00339138	0.00169569	1.12	0.3414	n.s
Error	29	0.04408741	0.00152026			
Total	35	0.06069722				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=7.09 %

Anexo XIX: Análisis de variancia para la altura de clara (mm) en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.07203000	0.07203000	0.14	0.7089	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.17623716	0.08811858	0.17	0.8412	n.s
Efecto de MOS (B)	1	0.27670417	0.27670417	0.55	0.4658	n.s
A x B	2	2.37316647	1.18658324	2.34	0.1141	n.s
Error	29	14.69340333	0.50666908			
Total	35	17.60355556				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=7.30 %

Anexo XX: Análisis de variancia para la altura de yema (mm) en gallinas ponedoras

alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.05925926	0.05925926	0.21	0.6477	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	0.21744165	0.10872083	0.39	0.6798	n.s
Efecto de MOS (B)	1	0.00688810	0.00688810	0.02	0.8760	n.s
A x B	2	0.06848772	0.03424386	0.12	0.8845	n.s
Error	29	8.06045741	0.27794681			
Total	35	8.37847500				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=2.68 %

Anexo XXI: Análisis de variancia para las Unidades Haugh en gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de harina de yuca y manano oligosacáridos.

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F-Value	Pr > F	Significancia
Efecto Bloque	1	0.66008333	0.66008333	0.06	0.8035	n.s
Efecto H. Yuca (A)	2	3.05191611	1.52595805	0.15	0.8650	n.s
Efecto de MOS (B)	1	1.37683149	1.37683149	0.13	0.7195	n.s
A x B	2	50.90254083	25.45127041	2.43	0.1057	n.s
Error	29	303.6591000	10.4710034			
Total	35	361.8364306				

n.s = no significativo

(*) = significativo

C.V=3.28 %

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

	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura máxima, °C	30.8	30.4	29.2
Temperatura mínima, °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 Meteorológica Von Humbolt.

Anexo XXIII: Precio de los insumos en soles y dólares.

Ingrediente	Precio/Kg	
	soles (S/.)¹	dólares (\$) ²
Harina de Yuca	0.80	0.18
Maíz	1.10	0.51
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
Manano Oligosacárido	50.00	15.15
Pigmentante	35.00	10.61

1: Precio de los insumos (soles) corresponden a Perú (3/2/2018).

2: Precio de los insumos (dólares) corresponden a Ecuador (3/2/2018).

Anexo XXIV: Costo de alimentación en gallinas ponedoras – Perú (precio en soles S./)

Ingrediente	T-1		T-2		T-3		T-4		T-5		T-6	
	Cantidad (Kg)	Total (S./)	Cantidad (Kg)	Total (S./)	Cantidad (Kg)	Total (S./)	Cantidad (Kg)	Total (S./)	Cantidad (Kg)	Total (S./)	Cantidad (Kg)	Total (S./)
Harina de Yuca	-	-	-	-	10	8	10	8	20	16	20	16
Manano												
oligosacáridos	-	-	0.05	2.5	-	-	0.05	2.50	-	-	0.05	2.50
Maíz	62.88	69.16	62.88	69.16	52.39	57.62	52.23	57.45	39.70	43.67	39.57	43.52
Harina de soya	21.59	36.70	21.59	36.70	20.68	35.15	20.66	35.12	21.90	37.23	21.93	37.28
Carbonato de calcio	11.01	1.76	11.08	1.77	10.99	1.75	10.99	1.75	10.87	1.73	10.87	1.73
Aceite de Palma	1.68	10.08	1.67	10.02	2.05	12.30	2.08	12.48	3.10	18.60	3.15	18.9
Harina de Pescado	-	-	-	-	1.42	5.83	1.49	6.12	2.00	8.22	2.00	8.22
Fosfato dicalcico	1.73	3.46	1.62	3.24	1.43	2.86	1.43	2.86	1.37	2.74	1.37	2.74
Sal común	0.37	0.37	0.37	0.37	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.34
DL – Metionina	0.17	1.70	0.17	1.70	0.16	1.60	0.16	1.60	0.17	1.70	0.17	1.70
Bicarbonato de sodio	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95	0.10	0.95
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
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
Promotor de crecimiento	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
L-Lisina- HCl	0.03	0.15	0.03	0.15	0.01	0.05	0.01	0.05	-	-	-	-
Treonina	0.02	0.14	0.02	0.14	-	-	0.03	0.21	0.03	0.21	0.03	0.21
Pigmentante	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.70	0.02	0.7
Total	100	128.50	100	130.73	100	133.50	100	143.47	100	135.40	100	138.10

Anexo XXV: Costo de alimentación en gallinas ponedoras – Ecuador (precio en dólares \$.)

Ingrediente	T-1		T-2		T-3		T-4		T-5		T-6	
	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)	Cantidad (Kg)	Total (\$/.)
Harina de Yuca	0	0.00	0	0.00	10.00	1.88	10	1.88	20.00	3.75	20.00	3.75
Manano oligosacáridos	0	0.00	0.05	0.78	0.00	0.00	0.05	0.78	0.00	0.00	0.05	0.78
Maíz	62.88	32.42	62.88	32.42	52.39	27.01	52.23	26.93	39.70	20.47	39.57	20.40
Harina de soya	21.59	11.47	21.59	11.47	20.68	10.99	20.66	10.98	21.90	11.63	21.93	11.65
Carbonato de calcio	11.01	0.55	11.08	0.55	10.99	0.55	10.99	0.55	10.87	0.54	10.87	0.54
Aceite de Palma	1.68	3.15	1.67	3.13	2.05	3.84	2.08	3.90	3.10	5.81	3.15	5.91
Harina de Pescado	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	1.82	1.49	1.91	2.00	2.57	2.00	2.57
Fosfato dicalcico	1.73	1.08	1.62	1.01	1.43	0.89	1.43	0.89	1.37	0.86	1.37	0.86
Sal común	0.37	0.12	0.37	0.12	0.35	0.11	0.35	0.11	0.34	0.11	0.34	0.11
DL – Metionina	0.17	0.53	0.17	0.53	0.16	0.50	0.16	0.50	0.17	0.53	0.17	0.53
Bicarbonato de sodio	0.1	0.30	0.1	0.30	0.10	0.30	0.1	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30
Cloruro de Colina 60%	0.1	0.16	0.1	0.16	0.10	0.16	0.1	0.16	0.10	0.16	0.10	0.16
Premix Vitam. y Min	0.1	0.30	0.1	0.30	0.10	0.30	0.1	0.30	0.10	0.30	0.10	0.30
Promotor de crecimiento	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09	0.05	0.09
Antioxidante	0.05	0.13	0.05	0.13	0.05	0.13	0.05	0.13	0.05	0.13	0.05	0.13
Fungistático	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08	0.05	0.08
Microsecuestrante	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29	0.05	0.29
L-Lisina- HCl	0.03	0.05	0.03	0.05	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Treonina	0.02	0.04	0.02	0.04	0.00	0.00	0.03	0.07	0.03	0.07	0.03	0.07
Pigmentante	0.02	0.22	0.02	0.22	0.02	0.22	0.02	0.22	0.02	0.22	0.02	0.22
Total	100	50.96	100	51.66	100	49.16	100	50.06	100	47.89	100	48.71

