

Revista de Investigación Científica y Tecnológica

# Llamkasun

## Trabajemos



Efecto de niveles diferentes de tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la dieta sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde



Effect of different levels of potato (*Solanum tuberosum* L.) tocosh in the diet on the productive performance of broilers



Efeito de diferentes níveis de batata (*Solanum tuberosum* L.) tocosh na dieta sobre o desempenho produtivo em frangos de carne

<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.71>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO




VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN  
PAMPAS TAYACAJA - HUANCVELICA

ISSN: 2709-2275

## Efecto de niveles diferentes de tocosh de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la dieta sobre el rendimiento productivo en pollos de engorde

### Effect of different levels of potato (*Solanum tuberosum L.*) tocosh in the diet on the productive performance of broilers

### Efeito de diferentes níveis de batata (*Solanum tuberosum L.*) tocosh na dieta sobre o desempenho produtivo em frangos de carne

Félix Romulo Ariza Carbajal   
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Carlomagno Ronald Velásquez-Vergara   
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión  
Jaime Fernando Vega-Vilca   
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

#### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la inclusión de tres niveles de harina de tocosh de papa en la dieta sobre el rendimiento productivo del pollo de engorde y determinar su nivel óptimo de uso. Se utilizaron 195 pollos de un día de edad, machos y hembras, de la línea Cobb 500, distribuidos al azar en tres tratamientos, T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, y T<sub>2</sub> con 0; 2,5 y 5,0% de harina de tocosh en la dieta, respectivamente. Las aves fueron criadas en las mismas condiciones de alimentación, manejo y sanidad. Se determinó el peso vivo final, ganancia de peso diaria, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los datos se evaluaron mediante el análisis de varianza con un diseño completamente al azar y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Scott-Knott, la regresión polinomial y la derivada de un modelo cuadrático fueron utilizadas para hallar el nivel óptimo de tocosh en la dieta. El peso vivo final, ganancia de peso diaria, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos, observándose un efecto cuadrático. El nivel óptimo estimado de tocosh en la dieta fue de 2,33%.

**Palabras clave:** tocosh de papa; rendimiento; nivel óptimo; pollo de engorde; modelo cuadrático.

RECIBIDO : 21-10-2021  
ACEPTADO : 31-12-2021

DOI:

<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.71>



163



**ABSTRACT**

The aim of this research was to evaluate the inclusion of three levels of potato tocosh meal in the diet on the productive parameters of broilers and to determine its optimal level of use. In the study, 195 male and female one-day-old chickens of the Cobb 500 line were randomly distributed in three treatments, T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, and T<sub>2</sub> with 0, 2.5, and 5.0% tocosh meal in the diet, respectively. The chicks were raised under the same feeding, handling and sanitary conditions. The final live weight, daily weight gain, feed consumption and feed conversion were determined. The data were evaluated by analysis of variance with a completely randomized design and Scott-Knott's test was used to compare means. The polynomial regression and the derivative of a quadratic model were used to find the optimal level of tocosh in the diet. The final live weight, daily weight gain, feed intake and feed conversion were significantly different between treatments ( $p < 0.05$ ), observing a quadratic effect. The estimated optimum level of tocosh in the diet was 2.33%.

**Keywords:** potato tocosh; yield; optimal level; broiler; quadratic model.

**RESUMO**

O objetivo da investigação era avaliar a inclusão de três níveis de farinha de batata tocosh na dieta sobre o desempenho da produção de frangos de carne e determinar o nível ótimo de utilização. Um total de 195 frangos de carne Cobb 500 machos e fêmeas de um dia de idade foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos, T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, e T<sub>2</sub> com 0, 2,5 e 5,0% de farinha tocosh na dieta, respectivamente. As aves foram criadas sob as mesmas condições de alimentação, gestão e saúde. Foi determinado o peso vivo final, o ganho de peso diário, a ingestão de ração e a conversão alimentar. Os dados foram avaliados por análise de variância com um desenho completamente aleatório e o teste Scott-Knott foi utilizado para a comparação de meios, regressão polinomial e a derivada de um modelo quadrático foram utilizados para encontrar o nível ótimo de tocosh na dieta. O peso vivo final, ganho de peso diário, ingestão de ração e conversão alimentar foram diferentes ( $p < 0,05$ ) entre tratamentos, mostrando um efeito quadrático. O nível ótimo estimado de tocosh na dieta foi de 2,33%.

**Palavras-chave:** batata tocosh; rendimento; nível ótimo; frango de carne; modelo quadrático.

## INTRODUCCIÓN

La Unión Europea (UE) en el 2003, promulgó una serie de regulaciones internacionales que prohíben el uso de los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la alimentación del ganado (DO, 2003) con la finalidad de evitar la resistencia bacteriana a los antibióticos. Esta norma es de estricto cumplimiento por los países miembros de la UE y su implementación está orientada a garantizar la inocuidad de los alimentos de origen animal. Este nuevo marco legal, que se viene implementando en otros países, obliga a los investigadores a buscar nuevas alternativas al uso de antimicrobianos. La producción de alimentos funcionales mediante procesos de fermentación es una nueva alternativa que se viene investigando en las últimas décadas. Estos alimentos tienen el potencial de mejorar el microbiota intestinal, salud y rendimiento productivo del pollo de engorde (Adegunloye y Oparinde, 2017; Sugiharto y Ranjitkar, 2019; Verduzco-Oliva y Gutierrez, 2020). El tocosh es un producto obtenido de la fermentación natural de la papa (*Solanum tuberosum* L.). En Perú es elaborado desde tiempos ancestrales por el poblador rural de los departamentos de Ancash, Huánuco y Junín (Zúñiga y Gutiérrez, 2018). Para

conseguir la fermentación, la papa se coloca dentro de un pozo cavado cerca de una corriente de agua, luego se tapa con paja (ichu) y se presiona con piedras durante 45 días (Tapia y Fries, 2007). La fermentación se produce por acción de las bacterias lácticas, principalmente del género *Lactobacillus* (Quillama *et al.*, 2012), durante el proceso se incrementa la acidez, se forman alcaloides, aminoácidos, aminos biogénicas (Jiménez *et al.*, 2018) y hongos del género *Penicillium sp* y *Streptomyces sp* (Vilca, 2014).

El tocosh de papa tiene diversas propiedades medicinales que son aprovechados por el poblador andino para aliviar diversas dolencias (Vilca, 2014). Se usa en el tratamiento de las úlceras gástricas por tener capacidad regenerativa de la mucosa gástrica (Sandoval *et al.*, 2015; Loli *et al.*, 2016); actividad antibacteriana contra *S. aureus* y *E. coli* (Cristóbal y Dioses, 2016; Jiménez *et al.*, 2018; Yábar *et al.*, 2019); antifúngica (Aregbe *et al.*, 2019); antioxidante (Sandoval *et al.*, 2015; Shen *et al.*, 2018; Yábar *et al.*, 2019) y probiótica, con capacidad para regular la microbiota intestinal (Mori y Malena, 2005; Cristóbal y Dioses, 2016).

El tocosh por sus propiedades antimicrobianas y reguladoras de la flora intestinal, podría incorporarse en las dietas

alimenticias de las aves como una alternativa al uso de los APC. Existen escasas investigaciones publicadas sobre su uso en animales. En un estudio realizado en cerdos, el rendimiento productivo de los animales alimentados con dietas que contenían tocosh fue similar a lo obtenido utilizando los APC (Melgarejo y Lázaro, 2017) lo que demuestra su potencial como alternativa a los APC. El objetivo de la investigación fue evaluar la inclusión de niveles diferentes de harina de tocosh de papa en la dieta para medir su efecto sobre el rendimiento productivo y determinar el nivel óptimo de uso en pollos de engorde.

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la granja avícola de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, dentro del Campus de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicado en la ciudad de Huacho a 27 metros sobre el nivel del mar. La temperatura y humedad en el galpón osciló entre 21 - 30 °C y 70 -80%, respectivamente, de acuerdo al momento de la crianza.

Se utilizaron 195 pollos de engorde de la línea Cobb 500 de un día de edad, machos y hembras que fueron criados hasta los 42 días en piso. Las aves fueron distribuidas al

azar en tres grupos de 65 pollos con cinco replicaciones por grupo y 13 pollos por réplica. Se asignaron tres niveles de harina de tocosh de papa, T<sub>0</sub>: Control, T<sub>1</sub>: 2,5% y T<sub>2</sub>: 5,0 % en la dieta. El tratamiento control (T<sub>0</sub>) sin tocosh, contenía Zinc + bacitracina (45 mg/100g) como APC. Las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos nutricionales para aves (NRC, 1994) y se suministró como harina *ad libitum*, según las fases de producción: pre-inicio (1 a 7 días), inicio (8 - 21 días), crecimiento (22 - 33 días) y acabado (34 a 42 días), tal como se detalla en la Tabla 1. Las aves fueron pesadas individualmente cada semana utilizando una balanza digital de 5 kg, aprox. un gramo. El consumo de alimento fue registrado diariamente para cada replicación.

Las aves fueron vacunadas en la planta de incubación contra las enfermedades de Marek y Gumboro y en el galpón experimental contra Newcastle, Bronquitis y Gumboro a los 15 y 21 días de edad.

El tocosh de papa fresco, procedente de la ciudad de Huaraz, fue secado al medio ambiente bajo sombra durante 15 días, luego se procedió a la molienda hasta transformarlo en harina, se embolsó y almacenó hasta su uso. El análisis proximal de la harina de tocosh se determinó de acuerdo a los procedimientos establecidos

(AOAC, 2005) y se detalla en la Tabla 2.

Las variables evaluadas fueron peso vivo

final, ganancia de peso diaria, consumo de

alimento y conversión alimenticia.

**Tabla 1**

*Ingredientes y composición nutricional de las dietas*

Ingredientes	T0 (0 % tocosh)				T1 (2,5 % tocosh)				T2 (5,0 % tocosh)			
	0-7 d.	8-21 d.	22-33 d.	34-42 d.	0-7 d.	8-21 d.	22-33 d.	34-42 d.	0-7 d.	8-21 d.	22-33 d.	34-42 d.
Maíz	53,012	52,496	58,821	59,801	53,520	54,693	57,206	57,381	51,055	52,016	55,458	54,034
Torta de soya 45%	35,101	24,175	20,269	20,700	35,079	21,395	18,954	20,792	33,975	21,549	17,698	15,497
Hna. de pescado 58%	4,697	3,872	1,929	0	4,777	3,822	2,868	0	4,734	3,788	3,789	0
Aceite de soya	1,787	1,789	1,168	1,686	1,012	0,121	1,071	1,244	0,989	0,373	1,031	1,244
Afrecho	0	1,452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soya integral	1,028	11,889	14,812	14,809	0	14,669	14,675	21,377	1,335	14,542	14,544	21,377
Harina de Tocosh	0	0	0	0	2,513	2,513	2,514	2,514	4,981	4,983	4,983	4,985
Fosfato dicálcico	2,037	0,821	0,885	0,939	1,006	0,818	0,750	0,930	0,996	0,811	0,617	0,918
Calcio	0,621	1,524	0,718	0,733	0,669	0,659	0,660	0,722	0,580	0,650	0,603	0,710
NaCl	0,360	0,774	0,179	0,179	0,178	0,178	0,178	0,083	0,176	0,176	0,176	0,176
Fixat-P	0,360	0,315	0,332	0,314	0,311	0,311	0,311	0,311	0,308	0,308	0,308	0,308
Bicarbonato de sodio	0,333	0,315	0,314	0,314	0,311	0,311	0,311	0,311	0,291	0,308	0,308	0,308
DL-Metionina	0,250	0,209	0,200	0,181	0,243	0,202	0,192	0,181	0,240	0,202	0,185	0,181
Lisina	0,182	0,137	0,142	0,113	0,178	0,132	0,134	0,102	0,165	0,119	0,125	0,081
Premix*	0,134	0,134	0,133	0,132	0,150	0,132	0,132	0,132	0,131	0,131	0,131	0,131
Cocciostato	0,053	0,053	0,053	0,053	0,053	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
ZnBax 10	0,045	0,045	0,045	0,040	0	0	0	0	0	0	0	0
Pigmentante	0	0	0	0,006	0	0	0	0,006	0	0	0	0,006
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Composición Nutricional</b>												
EM (kcal/kg)	3,010	3,100	3,200	3,240	3,010	3,100	3,240	3,240	3,010	3,100	3,200	3,240
PC (%)	23,500	22,2	20,7	19,8	23,5	22,2	20,7	19,8	22,2	22,2	20,7	19,8
Lisina (%)	1,46	1,34	1,25	1,17	1,46	1,34	1,24	1,17	1,46	1,34	1,25	1,17
Metionina (%)	0,65	0,59	0,55	0,51	0,65	0,58	0,55	0,51	0,65	0,58	0,55	0,51
Ca (%)	1,2	1,2	0,76	0,66	0,96	0,84	0,76	0,66	0,92	0,84	0,76	0,66
P (%)	0,68	0,4	0,35	0,31	0,47	0,40	0,35	0,31	0,47	0,40	0,35	0,31

\* Premix suministrado por kg de alimento: Vitamina A 9000 UI, Vitamina D3 2000 UI, Vitamina E 16,0 UI, Vitamina K 2,0 mg, Riboflavina 5,5 mg, Niacina 53,0 mg, D-Pantotenato de Calcio 11,0 mg, Ácido Fólico 0,1 mg, B.H.T. 100,0 mg, Manganeso 112,0 mg, Zinc 100,0 mg, Hierro 56,0 mg, Cobre 7,0 mg, Yodo 1,0 mg, Selenio 0,1 mg.

**Tabla 2**

*Análisis proximal del tocosh de papa*

Componente	%
Humedad %	13,72
Proteína total (N x 6,25)	1,82
Grasa %	0,23
Fibra cruda %	0,53
Ceniza %	0,50
E.L.N.*	83,20

\* Extracto libre de nitrógeno

<sup>1</sup> Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos, UNALM, Lima-Perú

Se utilizó el análisis de varianza con un diseño completamente al azar, previa comprobación de la normalidad y homocedasticidad de los datos y para encontrar diferencias entre medias se empleó la prueba de Skott-Knott. La regresión polinomial se empleó para hallar los modelos cuadráticos en cada variable. El análisis de los datos fue realizado con el programa estadístico Infostat (Di Rienzo et

al., 2017). Para hallar el nivel óptimo de tocosh en la dieta, se calculó la derivada de cada modelo y se igualó a cero.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los niveles de tocosh de papa suministrados en la dieta influyeron en el rendimiento productivo de los pollos de engorde (Tabla 3). El peso vivo final, la ganancia de peso/día y el consumo de alimento fueron mayores en T<sub>1</sub> (2,5% de tocosh) en comparación al T<sub>0</sub> y T<sub>2</sub>, mientras que la conversión alimenticia fue significativamente mejor en T<sub>0</sub> que en los grupos suplementados con tocosh (p < 0,05).

**Tabla 3**

Efecto de tres niveles de tocosh de papa en la dieta sobre el comportamiento productivo del pollo de engorde a los 42 días de edad

Variable	Niveles de tocosh de papa			EE
	0%	2,5%	5,0%	
Peso vivo final (g)	2906,20 <sup>b</sup>	3064,10 <sup>a</sup>	2856,70 <sup>b</sup>	53,50
Ganancia de peso diaria (g/día)	68,16 <sup>b</sup>	71,96 <sup>a</sup>	67,02 <sup>b</sup>	1,27
Consumo de alimento (g)	4725 <sup>b</sup>	5334 <sup>a</sup>	4995 <sup>b</sup>	98,3
Conversión alimenticia (g/g)	1,65 <sup>b</sup>	1,76 <sup>a</sup>	1,77 <sup>a</sup>	0,02

<sup>a, b</sup> Letras distintas dentro de filas indican diferencia estadística (p < 0,05)

EE: Error estándar de la media

La mejor respuesta en el peso de los pollos al suministrar tocosh de papa a un nivel de 2,5% en comparación al tratamiento control (Zinc+Bacitracina), muestra al tocosh como una alternativa a los promotores de crecimiento tradicionales. El mayor rendimiento productivo con tocosh 2,5% se explicaría por efecto de la actividad antibacteriana que poseen algunos de sus componentes como ciertas proteínas y péptidos (Aregbe *et al.*, 2019; Bartová *et al.*, 2019) y a la capacidad de regular la flora del tracto gastrointestinal por parte de las bacterias formadoras de ácido láctico (Mori y Malena, 2005; Cristobal y Dioses, 2016)

favoreciendo una mejor salud intestinal (Parmar *et al.*, 2019).

Se observó una tendencia cuadrática manifiesta para todas las variables relacionadas al rendimiento. Los modelos hallados para el peso vivo final y la ganancia de peso diaria fueron significativos ( $p < 0,05$ ) mientras que los modelos para el consumo de alimento y conversión alimenticia fueron altamente significativos ( $p < 0,01$ ). El modelo cuadrático explicó entre 40 y 70% la variabilidad observada en los datos ( $R^2$ ) (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Modelos cuadráticos para la estimación de las variables productivas en el pollo de engorde alimentado con tres niveles de tocosh de papa hasta los 42 días de edad*

Variable	Función de estimación	Significancia	$R^2$
Peso vivo final	$2906 + 136,3 \text{ tocosh} - 29,23 \text{ tocosh}^2$	$p < 0,05$	40,60
Ganancia de peso diaria	$68,16 + 3,270 \text{ tocosh} - 0,6995 \text{ tocosh}^2$	$p < 0,05$	40,78
Consumo de alimento	$4725 + 433,1 \text{ tocosh} - 75,83 \text{ tocosh}^2$	$p < 0,01$	61,62
Conversión alimenticia	$1,652 + 0,06520 \text{ tocosh} - 0,008160 \text{ tocosh}^2$	$p < 0,01$	69,10

El modelo cuadrático se utiliza en la avicultura para estimar la inclusión de niveles óptimos de nutrientes en la dieta (Butler *et al.* 2020). En el estudio, los modelos cuadráticos estimados para las variables peso vivo final, ganancia de peso

diaria, consumo de alimento y conversión alimenticia, tuvieron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre 40 a 70%. Estos resultados son menores a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2001) y Hosseini-Vashan *et al.* (2019) quienes al utilizar el modelo



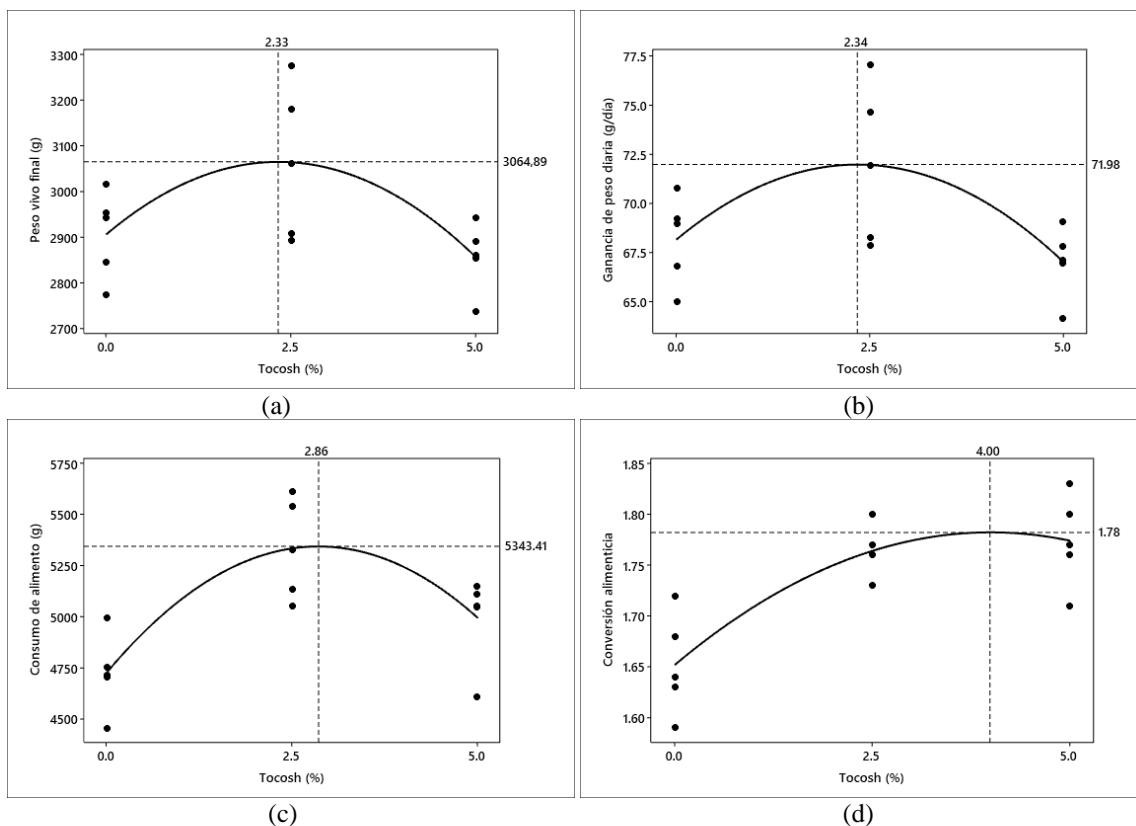
cuadrático sólo en pollos machos para evaluar el efecto de la inclusión de diferentes insumos en la dieta obtuvieron un  $R^2$  mayor. El menor  $R^2$  obtenido en el estudio, posiblemente se deba a la crianza mixta (machos y hembras) tal como se realiza en una crianza comercial.

La Figura 1 muestra el rendimiento estimado de las variables, calculado con sus

respectivos modelos cuadráticos. El nivel óptimo estimado de tocosh de papa en la dieta para el mayor peso vivo final fue de 2,33%. A este nivel de tocosh, las estimaciones del peso vivo final, ganancia de peso diaria, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron de 3064,9 g, 71,98 g, 5343,41 g y 1,76, respectivamente.

**Figura 1**

*Estimación del peso vivo final (a), ganancia de peso diaria (b), consumo de alimento (c) y conversión alimenticia (d), obtenido mediante su respectivo modelo cuadrático en pollos de engorde alimentados con niveles diferentes de tocosh en la dieta.*



La estimación del nivel óptimo de uso del tocosh para la obtención del máximo rendimiento biológico del peso vivo final fue de 2,33%, que se ubicó muy cerca al nivel de 2,5% utilizado como tratamiento (Figura 1). La disminución observada en el peso vivo final a partir de este valor, se explicaría por efecto de factores antinutricionales presentes en la papa, tales como los glucoalcaloides, inhibidores de proteasas, lecitinas, compuestos fenólicos (Friedman, 2006) y la  $\alpha$ -solanina (Burlingame *et al.*, 2009), que no se eliminarían totalmente durante el proceso de fermentación (Simwaka *et al.*, 2017). Las plantas producen antinutrientes como un mecanismo de defensa contra sus depredadores y constituye una limitación para incorporarlos en mayores cantidades en las dietas alimenticias (Erdaw y Beyene, 2018; Gemedede y Ratta, 2014); como lo demuestra el estudio de Kpanja *et al.* (2019) quienes concluyeron que la harina de cascara de papa se puede utilizar hasta un 15% en reemplazo del maíz en la dieta de pollos de engorde, mayores niveles ocasionan una disminución del rendimiento productivo. Los factores antinutricionales reducen el consumo de alimento, la digestión y la actividad enzimática (Gemedede y Ratta, 2014), generan daños en la pared intestinal y reacciones

inmunológicas adversas (Samtiya, 2020), causando un retraso en el crecimiento del pollo de engorde (Erdaw y Beyen, 2018).

## CONCLUSIONES

Niveles de 0; 2,5 y 5,0% de tocosh en las dietas alimenticias mostraron un efecto cuadrático en las variables peso vivo final, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. El nivel óptimo hallado donde se alcanza el máximo rendimiento biológico del peso vivo, fue de 2,33%. Para mejorar la capacidad de predicción del modelo cuadrático es necesario realizar investigaciones sólo con pollos de engorde machos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adegunloye, D. V. and Oparinde, T. C. (2017). Effects of Fermentation on the Proximate Composition of Irish (Solanum tuberosum L.) and Sweet Potato (Ipomoea batatas) Peels. *Advances in Microbiology*, 7: 565-574.
- AOAC (Official Methods of Analysis). (2005). 18th ed. AOAC International. Gaithersburg, MD, USA.
- Aregbe, A.Y.; Mu, T. y Sun, H. 2019. Effect of different pretreatment on the

- microbial diversity of fermented potato revealed by high-throughput sequencing. *Food Chemistry*, 290: 125-134.
- Bartová, V.; Bartá, J. y Jarosová, M. (2019). Antifungal and antimicrobial proteins and peptides of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and their applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103: 5533-5547.
- Burlingame, B.; Mouillé, B. y Charrondiére, R. (2009). Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6):494-502.
- Butler, L. D.; Scanes, C. G.; Rochell, S. J.; et al. (2020). Cobb MV × Cobb 700 broiler responses to eight varying levels of amino acid density with emphasis on digestible lysine. *Journal of Applied Poultry Research*. 29(1):34-47.
- Cristóbal, R. y Dioses, B. (2016). Actividad antibacteriana y potencial probiótico de bacterias ácido lácticas aisladas de chuño y tocosh de diferentes regiones del Perú. *Vitae: XIII Congreso Latinoamericano de Microbiología e Higiene de los Alimentos*, 23 (supl. 2):150-151, 27-30 septiembre del 2016.
- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; et al. (2017). *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Erdaw, M.M. y Beyene, W.T. (2018). Review Article: Anti-nutrients Reduce Poultry Productivity: Influence of Trypsin Inhibitors on Pancreas. *Asian Journal of Poultry Science*, 12(1):14-24.
- DO - Diario Oficial de la Unión Europea. (2003). Reglamento (CE) N° 1831/2003 sobre los aditivos en la alimentación animal. Disponible en: <http://www.boe.es/doue/2003/268/L00029-00043.pdf>
- Friedman, M. (2006). Potato Glycoalkaloids and Metabolites: Roles in the Plant and in the Diet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(23): 8655–8681.
- Gemedé, H.F. y Ratta, N. (2014). Antinutritional factors in plant foods: Potential health benefits and adverse effects. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4):284-289.
- Hosseini-Vashan, S. J.; Sharifian, M.; Piray, A. H.; et al. (2020). Growth performance, carcass and blood traits,

- immunity, jejunal morphology and meat quality of heat-stressed broiler chickens fed urea-treated pomegranate (*Punica granatum* L.) peel. *Animal Feed Science and Technology*, 267, 114553.
- Jimenez, M.E.; Yopez, A.; Pérez-Cataluña, A.; et al. (2018). Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh - traditional Peruvian fermented potatoes - by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT - Food Science and Technology*, 87: 567-574.
- Kpanja, E.J.; Duru, S.; Omage, J.J.; et al. (2019). Proximate composition, anti-nutritional factors and the effect of irish potato (*Solanum tuberosum* L.) peels on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Nigerian Journal of Animal Science*. 21(2):214-222.
- Loli, R.M.; Sandoval, M.H.; Callohuari, R. et al. 2016. Tratamiento regenerativo de la mucosa gástrica con la mazamorra de tocosh de papa, en animales de experimentación. *Theorema*, 3(4):91-97.
- McDonald, P.; Edwards, R. A.; Grennalgh, J. F. D.; et al. 2013. *Nutrición animal*, Séptima edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 653 pp.
- Melgarejo, Y. y Lázaro, O. (2017). Efecto de la alimentación con tocosh de papa en marranas sobre la eficiencia productiva en lechones. Tesis de grado. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. 48 pp.
- Mori, P. y Malena, M. (2005). Estudio del efecto de Tocosh de papa como probiótico en el control del peso corporal y mayor crecimiento en ratas jóvenes frente a cultivo de *Lactobacillus acidophillus*. En: Resúmenes del V Congreso mundial de medicina tradicional. Lima, 22-24 abril, 2005.
- NRC. (1994). *Nutrient requirements of poultry*. Ninth revised edition. National Academy of Science.
- Quillama, E.; Dávila, S.; Medina, A.; et al. (2012). Evaluación de la biodiversidad láctica de “tocosh”, alimento fermentado tradicional de Perú. En: Resúmenes Biotecnología: XXI Reunión Científica del Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi. Lima, 7-9 agosto, 2012.
- Rodríguez, L.; Alzueta, C.; Rebolé, A.; et al. (2001). Effect of inclusion level of

- linseed on the nutrient utilization of diets for growing broiler chickens. *British Poultry Science*, 42: 368-375.
- Parmar, A.B.; Patel, V.R.; Usadadia, S.D.; et al. (2019). A solid state fermentation, its role in animal nutrition: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3): 4626-4633.
- Shen, Y.; Sun, H.; Zeng, H.; et al. (2018). Increases in Phenolic, Fatty Acid, and Phytosterol Contents and Anticancer Activities of Sweet Potato after Fermentation by *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(11): 2735-2741.
- Simwaka, J. E.; Chamba, M. V. M.; Huiming, Z.; et al. (2017). Effect of fermentation on physicochemical and antinutritional factors of complementary foods from millet, sorghum, pumpkin and amaranth seed flours. *International Food Research Journal*. 24(5):1869-1879.
- Sugiharto, H. y Ranjitkar, S. (2019). Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. *Animal Nutrition*, 5(1):1-10.
- Samtiya, M.; Aluko, R.E. y Dhewa, T. (2020). Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2, 6.
- Sandoval, M.H.; Mucha, J; Jayo, A. et al. (2015). Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh de *Solanum tuberosum* 'papa' en la mucosa gástrica de animales de experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina* 76 (1): 15-20.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). Guía de campo de cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima. 206 pp.
- Verduzco-Oliva, R. y Gutierrez, J.A. (2020). Beyond Enzyme Production: Solid State Fermentation (SSF) as an Alternative Approach to Produce Antioxidant Polysaccharides. *Sustainability*, 12(2):495.
- Vilca, L. (2014). Evaluación de la concentración de penicillium en el tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad Yungay en diferentes tiempos de fermentación. Tesis de grado. Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú. 105 pp
- Yábar, E.F.; Reyes, V. y Casas, J. (2019). Evaluación de la actividad antioxidante y antibacteriana del

tocosh de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agri-food Science* 1:47-52.

Zúñiga, R. y Gutiérrez, E. (2018). Producción de pan a partir de Tocosh de papa (*Solanum Tuberosum* L.) para el mercado nacional. *Gnosis*, 4(2):115-129.

## Contacto

Carlomagno Ronald Velásquez-Vergara  
cvelasquez@unjfsc.edu.pe