

Empleo de la harina de Brassica oleracea en la alimentación de pollos de ceba

Utilization of Brassica oleracea Flour in Broiler Chickens' Feed



Xavier Quishpe Mendoza ¹
Lucía Silva Deley ¹
Edilberto Chacón Marcheco ¹
Blanca Toro Molina ¹
Rafael Garzon Jarrin ¹

✉ <https://orcid.org/0000-0001-9629-2674>
✉ <https://orcid.org/0000-0002-6660-8102>
✉ <https://orcid.org/0000-0001-9590-6451>
✉ <https://orcid.org/0000-0003-3772-5200>
✉ <https://orcid.org/0000-0001-9055-3079>

¹Universidad Técnica de Cotopaxi | Latacunga - Ecuador | CP 050101

✉ xavier.quishpe@utc.edu.ec

<https://doi.org/10.26423/rctu.v10i2.723>
Páginas: 1- 10

Resumen

El incremento de las materias primas para producir alimentos balanceados encarece en la actualidad la producción animal. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química de la harina de brócoli (*Brassica oleracea*), así como la respuesta productiva en pollos de ceba al incluirla en su ración. Se realizó una investigación experimental y se empleó el método deductivo. Se determinó la composición química de la planta, y las variables productivas en los animales. La harina mostró altos porcentajes de proteína. Los indicadores productivos reflejaron que al aumentar los días de crianza el tratamiento con 30 % de inclusión de la harina fue superior con un peso vivo de 3,17 kg/aves, un consumo de 5,22 y una conversión de 1,64 g/kg, así como, no ocurrieron muertes (100 % de viabilidad). La inclusión de la harina de brócoli hasta el 30 % no afectó los indicadores productivos, y disminuyó los decesos en las aves.

Palabras clave: consumo, conversión, ganancia, peso, viabilidad.

Abstract

The escalating costs of raw materials for manufacturing balanced animal feed present a current economic challenge in animal production. This study aimed to ascertain the chemical composition of broccoli flour (*Brassica oleracea*) and evaluate its impact on the productivity of broiler chickens when incorporated into their diet. Employing an experimental design with a deductive methodology, we determined the plant's chemical composition and monitored various productivity variables in the animals. The flour exhibited elevated protein content. Productivity indicators demonstrated that, with an extended rearing period, the treatment with 30% flour inclusion surpassed expectations, yielding a live weight of 3.17 kg/bird, a consumption rate of 5.22, and a conversion efficiency of 1.64 g/kg, all while maintaining a 100% viability with no recorded mortalities. The inclusion of broccoli flour up to 30% did not adversely impact productivity indicators and contributed to a reduction in bird mortality.

Keywords: consumption, conversion, gain, weight, viability.

Recepción: 05/01/2023 | Aprobación: 19/09/2023 | Publicación: 22/12/2023

1. Introducción

El aumento de la demanda de alimentos de origen animal, se debe, entre otros aspectos, al acrecentamiento perenne de la población, el desarrollo económico mundial y el incremento del ingreso per cápita de los países en vías de desarrollo. Esto trae consigo que la producción pecuaria en América Latina y el Caribe asuma un avance acelerado de productos campestres, que, aunque presentan mejor productividad y uniformidad, demandan altos costos de inversión [1]. Por ello, la industria avícola es cada vez más competitiva exigiendo al productor a mantener la eficiencia si aspira a permanecer en el mercado en circunstancias económicamente rentables.[2].

Además, las materias primas convencionales empleadas en la elaboración de alimentos balanceados para las aves son costosas y de baja disponibilidad, por tanto, se hace necesario desarrollar estrategias alimentarias [3] que utilicen recursos locales [4] y que puedan estar disponibles en cantidades adecuadas. Así, diversas plantas pueden constituir fuentes importantes de nutrientes para las raciones de los animales [3]. Además, la literatura refiere que es posible la suplementación en avicultura con harina de hojas, lo que disminuye los costos de producción y mejora el margen de rentabilidad.[5].

Por otra parte, los alimentos y la medicina tradicional se utilizaron para beneficios del hombre, desde los tiempos más remotos. Así, la prioridad para la ciencia del futuro, es servirse de opciones naturales para inutilizar los antibióticos como provisorios de padecimientos en las aves. Por tal motivo, el uso de plantas como agregados se discurre como una opción para substituir antibióticos, ya que no se acumulan en el organismo. [2].

Además, la producción de pollos en el Ecuador, alcanza los 295,4 millones aves en pie (573,2 mil TM de carne), con consumo per cápita de carne de 33,19 kg, superando a la de cerdos que es 10,90 kg y res con 10 kg [3] [4]. Así, diferentes estudios indicaron que la carne de aves constituye la variante menos costosa para producir esa proteína de origen animal, de este modo se convierte en la más solicitada y de mayor consumo en el país [5]. En la provincia de Cotopaxi se producen cerca de 8616 toneladas de carne de pollo y dos millones de animales al año, este mercado significa un alto porcentaje en la economía de este sitio, principalmente para los trabajadores del sector agropecuario, con elevados costos. Esto lleva al empleo de tecnologías que aplican antibióticos para asegurar sus inversiones, y no se afecten por la aparición de diferentes enfermedades.[6].

De ahí que, el objetivo de este trabajo fue determinar la composición química de la harina de Brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) y evaluar la respuesta productiva de pollos de engorde de la línea Cobb 500

de engorde de la línea Cobb 500 al incluirla diferentes niveles de dicha harina en la ración de estos animales.

2. Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, Ecuador en la parroquia de San José de Poaló sita entre 00°51 07" y 00°54 45" de latitud Sur y 00° 08 21" y 00°17 28" de longitud oeste. Con una temperatura en el lugar del experimento que varía de 9 a 18°C, con precipitaciones en los meses de septiembre a noviembre (500 mm) y enero a mayo (1500). La investigación fue experimental, y se aplicó el método deductivo.

Para la elaboración de la harina se recolectó tallos y hojas de brócoli fresco, los cuales se lavó con abundante agua corriente para eliminar las impurezas. El forraje se trocó en un molino de cuchillas y posteriormente se secó al sol durante 96 h. El material se colocó en una nave que se emplea para esta actividad. Se extendió en una capa que sobrepasó los 30 cm de altura para proporcionar el movimiento de ella y mejor secado. Se volteó en diferentes momentos del día para conseguir un secado uniforme el forraje. Inmediatamente, se llevó a una máquina de martillo para lograr tamaño de partícula de 3 mm. Posteriormente se tomaron 200g de la muestra y se determinaron los porcentajes de materia seca, humedad, proteína bruta, fibra, grasa, ceniza, materia orgánica y energía metabolizable [7].

Se manejaron 210 animales de la línea Cobb 500 en un diseño completamente al azar, los cuales se distribuyeron en siete grupos que formaron los tratamientos experimentales, con 30 unidades cada uno que constituyeron las repeticiones (Tabla 1).

Tabla 1: Tratamientos experimentales

Tratamientos	Descripción
T1(control)	Balanceado 100 %
T2	Balanceado + 5 % de harina de brocoli
T3	Balanceado + 10 % de harina de brocoli
T4	Balanceado + 15 % de harina de brocoli
T5	Balanceado + 20 % de harina de brocoli
T6	Balanceado + 25 % de harina de brocoli
T7	Balanceado + 30 % de harina de brocoli

La alimentación fue durante tres etapas: inicio (1-21 días), crecimiento (22 a 42) y engorde (43 a 56). Las raciones la constituyeron alimentos elaborados como harinas y se expresaron según las tablas brasileñas para aves y cerdos [8]. Las raciones ajustaron en dependencia de la etapa de crianza (Tablas 2 y 3). El balanceado de marca Bioalimentar se compró a los proveedores en la ciudad de Latacunga, los tipos de inicio, crecimiento y engorde.

Tabla 2: Raciones y aportes para aves alimentadas con harina de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en el inicio de la ceba

Materias primas	Porcentaje de inclusion						
	0	5	10	15	20	25	30
Harina de maiz	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04	47,04
Harina de soya	35	35	35	35	35	35	35
Harina <i>Brassica oleracea</i>	—	5	10	15	20	25	30
Harina de pescado	5	5	5	5	5	5	5
Salvado de tigo	4	4	4	4	4	4	4
Aceite Vegetal	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
DL Metionina	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Carbonato de calcio	2	2	2	2	2	2	2
Fosfato monocálcico 21	1	1	1	1	1	1	1
Sal común	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Cloruro Lisina	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cloruro colina	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
N. Vitaminico Rep. Avic.1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
N. Mineral2	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Aportes calculados (% Base seca)							
Proteína Bruta	23,13	23,154	23,18	23,20	23,23	23,25	23,28
EM Mj /Kg de alimento	12,97	12,977	12,983	12,99	12,996	13,00	13,01
Fibra Bruta	2,39	2,41	2,43	2,45	2,47	2,49	2,51
Grasas totales	7,54	7,543	7,545	7,548	7,55	7,552	7,555
Acido Linoleico	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
Sal común	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Calcio total	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Fósforo total	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Fósforo asimilable	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Lisina	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Metionina	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Metionina + Cistina	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Treonina	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Triptófano	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

¹Addition per kg of starter diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 15,000 IU; vitamin D3,5000 UI; vitamin E, 75 mg; vitamin K3, 4 mg; vitamin B1, 3 mg; vitamin B2, 8 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0.016 mg; biotin, 0.2 mg; folic acid, 2 mg; nicotinic acid, 60 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1800 mg. Addition per kg of grower diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 12,000 IU; vitamin D3, 5000 UI; vitamin E, 50 mg; vitamin K3, 3 mg; vitamin B1, 2 mg; vitamin B2, 6 mg; vitamin B6, 4 mg; vitamin B12, 0.016 mg; biotin, 0.2 mg; folic acid, 1.75 mg; nicotinic acid, 60 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1600 mg. Addition per kg of finisher diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 12,000 IU; vitamin D3, 5000 UI; vitamin E, 50 mg; vitamin K3, 2 mg; vitamin B1, 2 mg; vitamin B2, 5 mg; vitamin B6, 3 mg; vitamin B12, 0.011 mg; biotin, 0.05 mg; folic acid, 1.5 mg; nicotinic acid, 35 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1600 mg

Tabla 3: Raciones y aportes para aves alimentadas con harina de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en el final de la ceba

Materias primas	Porcentaje de inclusión						
	0	5	10	15	20	25	30
Harina de maiz	56,69	53,86	51,02	47,04	47,04	47,04	47,04
Harina De Soya	26,68	25,34	24,01	35	35	35	35
Harina de <i>Brassica oleracea</i>	—	5	10	15	20	25	30
Harina de pescado	2,22	2,11	2	5	5	5	5
Salvado de trigo	5,56	5,28	5	4	4	4	4
Aceite vegetal	4,22	4,01	3,80	4,8	4,8	4,8	4,8
DL-Metionina	0,22	0,21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Carbonato de calcio	2,22	2,11	2	2	2	2	2
Fosfato monocálcico 21	1,11	1,06	1	1	1	1	1
Sal común	0,4	0,38	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

Cloruro Lisina	0,25	0,23	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cloruro colina	0,2	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
N. Vitaminico Rep. Avic.1	0,11	0,11	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
N. Mineral2	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Aportes calculados (% BS)							
Harina de maiz	23,13	23,154	23,18	23,20	23,23	23,25	23,28
EM Mj / Kg de alimento	12,97	12,977	12,983	12,99	12,996	13,00	13,01
Fibra Bruta	2,39	2,41	2,43	2,45	2,47	2,49	2,51
Grasas Totales	7,54	7,543	7,545	7,548	7,55	7,552	7,555
Ácido Linoleico	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64	3,64
Sal Comun	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Fosforo Total	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	
Fosforo Asimilable	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Lisina	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Metionina	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Metionina+Cistina	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96

¹Addition per kg of starter diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 15,000 IU; vitamin D3,5000 UI; vitamin E, 75 mg; vitamin K3, 4 mg; vitamin B1, 3 mg; vitamin B2, 8 mg; vitamin B6, 5 mg; vitamin B12, 0.016 mg; biotin, 0.2 mg; folic acid, 2 mg; nicotinic acid, 60 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1800 mg. Addition per kg of grower diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 12,000 IU; vitamin D3, 5000 UI; vitamin E, 50 mg; vitamin K3, 3 mg; vitamin B1, 2 mg; vitamin B2, 6 mg; vitamin B6, 4 mg; vitamin B12, 0.016 mg; biotin, 0.2 mg; folic acid, 1.75 mg; nicotinic acid, 60 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1600 mg. Addition per kg of finisher diet: Mn, 100 mg; I, 1 mg; Fe, 40 mg; Zn, 100 mg; Se, 0.15 mg; Cu, 10 mg; vitamin A, 12,000 IU; vitamin D3, 5000 UI; vitamin E, 50 mg; vitamin K3, 2 mg; vitamin B1, 2 mg; vitamin B2, 5 mg; vitamin B6, 3 mg; vitamin B12, 0.011 mg; biotin, 0.05 mg; folic acid, 1.5 mg; nicotinic acid, 35 mg; pantothenic acid, 18 mg; choline, 1600 mg

3. Indicadores evaluados

El consumo se calculó teniendo en cuenta la oferta menos el rechazo. Esto se realizó para cada unidad experimental.

Para calcular la ganancia de peso se restó el peso promedio final al promedio inicial en cada semana, dividido entre los días que duró el experimento.

Para la conversión alimentaria se dividió el alimento consumido entre la ganancia de peso. Se calculó semanalmente mediante la siguiente formula:

$$C.A. = \frac{\text{ConsumoDeAlimento}}{\text{GananciaDePeso}} \quad (1)$$

Para determinar la mortalidad se utilizó la cantidad de aves muertas durante la etapa y se dividió entre las que se alojaron al inicio del experimento.

4. Análisis estadístico

Se comprobó la distribución normal de los datos y la homogeneidad de las varianzas. Se realizó análisis de varianza de ANOVA. Las medias se compararon utilizando la prueba de Keuls [8]. Se empleó el programa Statistica versión 10 para Windows.

5. Resultados y discusiones

La composición química de Brócoli (Tabla 4) reflejó un porcentaje de materia seca superior al 85, y de proteína bruta de 17, fibra por debajo de 15 y aporte energético de 6.75 MJ/kg. Lo que se considera adecuada para la alimentación de las aves.

Tabla 4: Composición química de la harina de *Brassica oleracea*

Parámetros	UM	Contenido	DE±
Humedad		12,17	0,04
Materia Seca		87,83	0,34
Proteína Bruta		17,24	0,003
Grasa	%	1,77	0,021
Fibra Bruta		14,21	0,067
Cenizas		92,56	0,45
Materia Organica		92,56	0,45
Energía Metabolizable	MJ/kg	6,75	0,0012

Un estudio realizado para evaluar el rendimiento productivo de gallinas ponedoras usando brócoli y manano oligosacáridos, notificó porcentajes de proteína (22,41) superiores a los de esta investigación, sin embargo, en lo referente a la fibra (11,65) fueron inferiores. Esto pudo deberse entre otros aspectos a las condiciones experimentales en las que se desarrolló la prueba, así como el estado fisiológico de la planta, el suelo, las precipitaciones y el manejo [9].

Por otra parte, en la región amazónica del Ecuador se informó un trabajo que reflejó valores superiores de proteína bruta (23,03 %), materia orgánica (88,10 %) y de fibra (20,94 %) [10]. Estas diferencias se pueden

deber a los elementos del clima, abonos, composición del suelo, cantidad de agua cuando la planta está en crecimiento, manejo, empleo del vegetal fresco, restos o harina, entre otros factores.

Al valorar el efecto de la harina sobre los indicadores del peso vivo según las semanas de estudio (Tabla 5) se mostraron diferencias significativas para $P \leq 0,05$, excepto en el peso inicial y la semana uno para todos los niveles de inclusión utilizados. Así, los mayores resultados se reportaron para el 30 % de harina de brócoli a partir de la segunda semana de estudio.

Tabla 5: Comportamiento de peso vivo en pollos alimentados con harina de *Brassica oleracea*, kg/aves/día

Semanas	% de inclusión de la harina de <i>Brassica oleracea</i>							
	0	5	10	15	20	25	30	EE±
Peso Inicial	0,041	0,04	0,041	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1	0,161	0,162	0,162	0,163	0,163	0,164	0,163	0,11
2	0,291 ^d	0,301 ^e	0,304 ^e	0,309 ^b	0,308 ^b	0,310 ^{ab}	0,313 ^a	0,025
3	0,678 ^f	0,688 ^e	0,698 ^d	0,746 ^c	0,756 ^b	0,761 ^b	0,733 ^a	0,09
4	1,07 ^f	1,13 ^e	1,20 ^d	1,23 ^c	1,22 ^c	1,27 ^b	1,33 ^a	0,02
5	1,19 ^f	1,36 ^e	1,42 ^d	1,44 ^c	1,46 ^b	1,50 ^a	1,50 ^a	0,001
6	1,80 ^f	1,82 ^e	1,86 ^d	1,89 ^c	1,92 ^b	1,91 ^b	1,98 ^a	0,02
7	2,30 ^g	2,35 ^f	2,39 ^e	2,46 ^d	2,48 ^c	2,56 ^b	2,63 ^a	0,0014
8	2,76 ^f	2,83 ^e	2,85 ^d	2,84 ^d	2,92 ^c	3,05 ^b	3,17 ^a	0,0016

^{a, b, c, d, e, f} Letras diferentes en una misma fila difieren según Keuls para $P \leq 0,05$

Resultados similares han sido descritos al emplear la harina de brócoli en la alimentación de pollos de engorde, donde los animales experimentaron aumento en el peso al incrementarse los niveles de inclusión, dado por el aporte de nutrientes, ya que esta planta posee ácidos orgánicos e ingredientes bioactivos que tienen actividad antioxidante, estimulan el incremento el peso según avanzan las semanas de crianza [11]. Aspectos que no se comprobaron en este experimento. Sin embargo, con el aumento de los porcentajes de inclusión de la harina de brócoli se incrementó la proteína, alcanzando valores superiores a 23,15, nutriente que interviene de forma directa en la formación de tejidos y órganos en animales en crecimiento.

En el mismo estudio se planteó que, al ser alta la energía de la ración se incrementa el peso del animal, fundamentalmente en pollos Broiler, porque poseen un desempeño eficiente para raciones con elevados contenidos de energía, manifestado cuando aparecen los mayores niveles de inclusión de la harina de Brócoli [11].

Otros autores refieren que las dietas ricas en fibra provocan modificaciones en la morfología intestinal, por lo que, en dependencia de la fuente y el nivel de inclusión, se puede alterar la longitud y el peso de los

órganos digestivos, además del número de vellosidades intestinales y la velocidad de proliferación celular [12].

Sin embargo, la literatura describe que al añadir mucha fibra se afecta las proporciones de energía en la ración, así, es mejor utilizar porcentajes de fibra entre el 7-10, sin que se afecte en el rendimiento del animal; ya que abundancias de esta en la ración conllevan a disminuir los indicadores productivos en animales no rumiantes jóvenes, principalmente en la palatabilidad, disminución de la digestibilidad e impresión de saturación, esto hace que ave disminuya sustancialmente el consumo de alimento necesario, para suplir sus necesidades de energía [13]. Esto se corrobora en esta investigación donde las raciones formuladas no superan el cuatro por ciento de fibra, aun cuando el porcentaje de inclusión de la harina de brócoli fue de 30.

Un trabajo donde se empleó la harina de palmiche en la ración de pollos de ceba reflejó que, al incrementar el porcentaje de inclusión en la dieta de este alimento, aumentó la fibra hasta el 7 %, sin embargo, no se afectaron los indicadores productivos de las aves. Estos autores evaluaron las etapas, inicio, crecimiento y ceba, sin observar cambios en los parámetros bioquímicos y sanguíneos de los animales, en ninguna de las

etapas [14]. Lo que corrobora los resultados de esta investigación, donde la fibra no alcanzó porcentajes superiores a 2,51 en la ración de las aves.

Además, resaltaron que los niveles altos en fibra reducen la absorción de lípidos a nivel del intestino, debido al aumento de la velocidad de tránsito intestinal que trae consigo una reducción del tiempo de estancia del alimento en esa región del sistema digestivo. Esto ocurre debido a la capacidad de la lignina de unirse a esta fracción en el lumen intestinal [14]. Compuesto fenólico que no se determinó en esta investigación, pero podría ser bajo, ya que la fibra bruta fue inferior a tres, y los porcentajes de inclusión de la harina de brócoli representaron solo hasta el 30 % en la ración.

Así, otras investigaciones donde se evaluó en

pollo de ceba, dietas alternativas con mezclas de harinas de follajes de arbóreas (75 % de concentrado comercial y 25 % *T. diversifolia* + *G. sepium* + maíz; 50 % de concentrado y 50 % *T. diversifolia* + *G. sepium* + maíz); notificaron a la séptima semana las aves alcanzaron pesos de: 1,15 y 1,13 kg/aves/día, resultados por debajo de los declarados en este estudio, las diferencias encontradas se deben a los altos niveles del follaje (50 %) con porcentajes de fibras superiores a 20 [1] [14] [15] [16]

El consumo reflejó diferencias significativas, con incrementos directamente proporcional según el aumento de los niveles de inclusión (Tabla 6), los mayores valores para el 30 % de la harina de brócoli en todas las semanas excepto para la primera donde se mostraron variaciones en este indicador.

Tabla 6: Consumo de pollos alimentados con harina de *Brassica oleracea*, kg/aves/día

Semanas	% de inclusión de harina de <i>Brassica oleracea</i>							EE±	P
	0	5	10	15	20	25	35		
1	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,01	0,8452
2	0,44 ^g	0,46 ^f	0,48 ^e	0,51 ^d	0,53 ^c	0,55 ^b	0,57 ^a	0,012	0,0001
3	0,98 ^g	1,03 ^f	1,08 ^e	1,13 ^d	1,18 ^c	1,22 ^b	1,27 ^a	0,013	0,0020
4	1,52 ^g	1,60 ^f	1,67 ^e	1,75 ^d	1,82 ^c	1,90 ^b	1,98 ^a	0,001	0,0001
5	1,63 ^g	1,71 ^f	1,79 ^e	1,87 ^d	1,95 ^c	2,04 ^b	2,12 ^a	0,026	0,0010
6	2,50 ^g	2,57 ^f	2,75 ^e	2,88 ^d	3,00 ^c	3,13 ^b	3,25 ^a	0,021	0,0021
7	3,51 ^g	3,58 ^f	3,86 ^e	4,04 ^d	4,21 ^c	4,39 ^b	4,56 ^a	0,002	0,0014
8	4,01 ^g	4,21 ^f	4,41 ^e	4,61 ^d	4,81 ^c	5,02 ^b	5,22 ^a	0,025	0,0024

^{a, b, c, d, e} Letras diferentes en una misma fila difieren según Keuls para P 0,05

El efecto en el incremento del consumo está dado entre otros aspectos, por los elevados porcentajes de fibra (14,21 %) que presenta la harina de brócoli, este comportamiento fue similar al notificado por Rodríguez *et al.* al emplear harina de palmiche (44,97 % de fibra) [17]. Así, la literatura refiere que los animales híbridos de rápido crecimiento incrementan el consumo de alimento para compensar la reducción de las concentraciones de los nutrientes por la presencia de fibra insoluble. Las diferencias se deben a que, elementos como las propiedades físico-químicas de la fibra, la dimensión de la partícula, el tiempo del ave, la forma física de la ración, entre otros, pueden intervenir en este efecto [18].

Asimismo, un estudio notificó que al emplear harina de semilla de calabaza en la alimentación de pollos de ceba de línea Cobb-500 (1-49 días) no hallaron diferencias en el consumo de alimento, declarando que

esto se asocia, básicamente, a que las raciones eran isoenergéticas e isoproteicas, aunque sus contenidos en fibra bruta y extracto etéreo fueron mayores en los piensos [19]. Mientras que al incluir hasta el 20 % de harina de Moringa oleífera encontraron disminución del consumo, esto lo atribuyeron a que cuando se utilizan componentes fibrosos en la ración de pollos de engorde, la fibra reduce la densidad calórica de la dieta. Por tanto, las aves aumentan el consumo para conservar los requerimientos de energía [20].

La conversión alimentaria no mostró diferencias significativas para la primera semana. Sin embargo, a partir de la segunda los tratamientos donde se incluyeron los porcentajes 15, 20, 25 y 30 de la harina de brócoli, reflejaron los mayores valores (Tabla 7).

Tabla 7: Efecto de niveles crecientes de harina de *Brassica oleracea* en conversión alimentaria

Semanas	% de inclusión de harina de <i>Brassica oleracea</i>							EE±	P
	0	5	10	15	20	25	30		
1	1,73	1,73	1,72	1,72	1,71	1,71	1,71	0,01	0,7808
2	1,50 ^f	1,53 ^f	1,59 ^e	1,63 ^d	1,71 ^c	1,77 ^b	1,82 ^a	0,03	0,0271
3	1,44 ^d	1,49 ^c	1,53 ^b	1,54 ^b	1,55 ^b	1,60 ^a	1,64 ^a	0,032	0,0001
4	1,42 ^b	1,41 ^b	1,39 ^c	1,42 ^b	1,49 ^a	1,49 ^a	1,48 ^a	0,01	0,1712
5	1,36 ^b	1,25 ^d	1,25 ^d	1,30 ^c	1,34 ^b	1,35 ^b	1,41 ^a	0,02	0,0001
6	1,38 ^e	1,44 ^d	1,48 ^c	1,52 ^{bc}	1,56 ^b	1,64 ^a	1,64 ^a	0,04	0,0001
7	1,52 ^b	1,51 ^d	1,61 ^c	1,64 ^c	1,69 ^b	1,71 ^{ab}	1,73 ^a	0,02	0,0001
8	1,45 ^d	1,49 ^c	1,55 ^b	1,64 ^a	1,65 ^a	1,64 ^a	1,64 ^a	0,02	0,0001

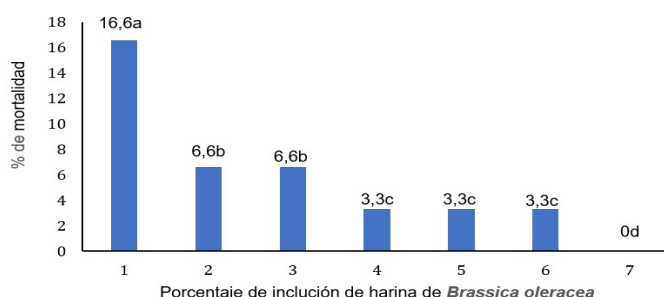
^{a, b, c, d, e} Letras diferentes en una misma fila difieren según Keuls para P 0,05

Resultados similares fueron notificados cuando se emplearon en la dieta de pollos de engorde harina del fruto de *Cucurbita moschata*, estos autores encontraron valores de 1,64, 1,77 y 1,80 kg/kg al incluir hasta 50 % de dicha harina en la ración [21]. Por otra parte, se ha reportado una conversión alimentaria de 2,12 con concentrado comercial, sin embargo, al incluir dietas no convencionales el valor fue de 1,64 [22].

Otros estudios señalaron una mejora en la conversión para pollos de ceba cuando se emplearon en la ración nutrientes provenientes de forrajes, ya que esto puede contribuir a incrementar la densidad energética de la dieta y compensar el efecto diluyente de la fibra [23]. Los aspectos antes destacados corroboraron que especie como el brócoli con porcentaje bajo de fibra se puede emplear en las dietas de las aves. La literatura consultada permitió establecer estos niveles de inclusión, partiendo fundamentalmente de la

composición de la planta y su equilibrado porcentaje de proteína y fibra, como fitobiótico para los pollos de ceba. Además, las harinas de hojas se consideran alternativas alimenticias que pueden reducir el costo de la ceba de pollos [24].

La mortalidad reflejó que el tratamiento testigo presentó el mayor porcentaje. Este disminuyó al incrementarse la inclusión de la harina de brócoli en la ración de las aves, aunque para 5 y 10 % fueron similares (6,6 %), igual que 15, 20 y 25 % (3,3 %). Para el último tratamiento no se apreciaron muertes (Figura 1). Resultados similares se observaron cuando se alimentaron pollos con diferentes niveles de harina de hojas de *Morus alba* y *Tithonia diversifolia*. Así, como cuando se emplearon otras harinas vegetales como aditivos [25].


Figura 1: Comportamiento de la mortalidad de pollos alimentados con harina de *Brassica oleracea*.

6. Conclusiones

El estudio muestra que la harina de *Brassica oleracea* presenta una composición con valores de proteína y fibra equilibradas para emplear en la alimentación de las aves. Además, la inclusión de esta hasta el 30 % en la ración de pollos de engorde, no afectó los indicadores productivos, y disminuyó los decesos.

7. Conflicto de intereses

Para el presente artículo no existe ningún tipo de conflicto de interés.

8. Fuentes de financiamiento

El desarrollo y escrito de este artículo no tiene ninguna fuente de financiamiento ya sea interna o externa.

9. Referencias

- GUTIERREZ, L. L. Y HURTADO, V.L. Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. *Orinoquia* [en línea]. 2019, vol. 23, n.º 2, 56-62. ISSN 2011-2629. Disponible en: <https://orinoquia.unillanos.edu.co/index.php/orinoquia/article/view/569>.
- VILLAMARIN, J. *El sector avícola en números. El heraldo* [en línea]. 2020. Disponible en: <https://www.elheraldo.com.ec/el-sector-avicola-en-numeros/>.
- BETANCOURT, J. A.; NÚÑEZ E.; LUZ A.; CASTAÑO J. Y GASTÓN A. Suministro de ensilaje de *Tithonia diversifolia* sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. [en línea]. 2017, vol. 20, 203-213. E-ISSN: 1870-0462. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93952506005>.
- AMATA, I. Y LEBARI, T. Comparative evaluation of the nutrient profile of four selected browse plants in the tropics, recommended for use as non-conventional livestock feeding materials. *African Journal of Biotechnology* [n línea]. 2013, vol. 10, págs. 14230-14233. Disponible en: <http://doi.10.5897/AJB11.2488>.
- ASPE. *Datos porcícolas. Estadísticas* [en línea]. 2022. Disponible en: <https://aspe.org.ec/estadisticas/>.
- CONAVE. *Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. Asamblea General Ordinaria de Socios* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.18268/bsgm1908v4n1x1>.
- RODRÍGUEZ, D. F.; ERAZO, J. C. Y NARVÁEZ, C. I. Técnicas cuantitativas de investigación de mercados aplicadas al consumo de carne en la generación millennial de la ciudad de Cuenca Ecuador. *Espacios* [en línea]. 2019, vol. 40, n.º 32, 20-32. ISSN 0798-1015. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n32/a19v40n32p20.pdf>.
- KEULS, M. The use of the studentized range' in connection with an analysis of variance. *Euphytica* [en línea]. 1952, vol. 1, n.º 2, 112-122. ISSN 1573-5060. Disponible en: <http://www.math.uni-bremen.de/~dickhaus/downloads/Methoden-WS1314/keuls1952.pdf>.
- VERA, A. A. Rendimiento productivo de gallinas ponedoras usando brócoli y manano oligosacáridos. *Cumpa Gavidia, Marcial (tutor) [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 2021.* [en línea]. 2021. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3449/vera-alvarez-anibal-arturo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- BERNAL, W.; MAICELO, J. L. Y YOPLAC, I. Caracterización bromatológica de insumos no tradicionales para alimentación animal en la región Amazonas. *Rev RICBA* [en línea]. 2017, vol. 1, n.º 1, 27-32. ISSN 2523-1383. Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/ricba/article/view/164>.
- QUISHPE, X. C. de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) como aditivo fitobiótico en raciones para pollos de engorde. *Silva Déley, Lucia M. (tutora) [Tesis de Maestría]. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.* [en línea]. 2021. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7624/1/MUTC-000913.pdf>.
- JIMÉNEZ MORENO, E.; GONZÁLEZ ALVARADO, J. M.; DE COCA SINOVA, A.; LÁZARO, R. P.; CÁMARA, L. MATEOS, G. G. Insoluble fiber sources in mash or pellets diets for young broilers. on gastrointestinal tract development and nutrient digestibility. *Poultry Science* [en línea]. 2019 [Consulta: 25 feb. 2021]. Disponible en: <https://www.xataka.com/vehiculos/esta-es-la-razon-por-la-que-los-puertos-usb-de-tu-coche-son-tan-lentos-al-recargar-tu-movil>.
- MEZA, G. LOOR, N. SANCHEZ, A. AVELLANEDA, J. MEZA, C. VERA,

- D. Y CABANILLA, M. Inclusión de harinas de follajes arbóreos y arbustivos tropicales (*Morus alba*, *Erythrina poeppigiana*, *Tithonia diversifolia*, *Hibiscus rosa-sinensis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus). *Fac Med Vet Zoot* [En línea]. 2014. Disponible en: <http://doi.10.15446/rfmvz.v61n3.46874>.
14. VIVES, YESENIA; MARTÍNEZ, MADELEIDY; ALMEIDA, MABEL Y RODRÍGUEZ, BÁRBARA. Parámetros sanguíneos en pollos de ceba alimentados con harina del fruto de *Roystonea regia*. *Revista de Salud Animal* [En línea]. 2020. Disponible en: <https://eqrcode.co/a/1U7i8K>.
15. LÓPEZ, M. F.; CAICEDO, G. A. Y ALEGRÍA, F. G. Evaluación de tres dietas con harina de hoja de bore (*Alocasia macrorrhiza*) en pollos de engorde. *Revista MVZ Córdoba* [En línea]. 2012. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/226/295>.
16. FLÓREZ-DELGADO, D. F. Y ARIAS, Y. Z. R. Evaluación de dos niveles de inclusión de harina de morera (*Morus alba*) sobre los parámetros productivos de pollo de engorde. *Mundo Fesc* [En línea]. 2018. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/293/441>.
17. RODRÍGUEZ, B.; MARTÍNEZ-PÉREZ, M.; VIVES, Y.; AYALA, L. Y PÉREZ, O. Evaluación de la harina de frutos de *Roystonea regia* para la alimentación de pollos de engorde. *Livestock Research for Rural Development* [En línea]. 2020. Disponible en: <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd32/7/brodri32118.html>.
18. GIRÓN, D. Y CUBIDES, Y. EVALUACIÓN DE GANANCIA DE PESO Y CONVERSION ALIMENTICIA EN POLLO CAMPESINO BAJO MANEJO DE ESTABULACIÓN SUSTITUYENDO EL 25 Y 50 PORCIENTO DE LA RACION COMERCIAL POR *Tithonia Diversifolia*, *Gliricidia Sepium* y *Zea mayz*. *Universidad Nacional Abierta y a distancia. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y de Medio Ambiente, Colombia*. 2018. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17820/40433069.pdf?Sequence=1&isallowed=y>.
19. MARTÍNEZ, Y.; VALDIVIÉ, M.; MARTÍNEZ, O.; ESTARRÓN, M. Y CÓRDOVA, J. Utilización de la semilla de calabaza (*Cucurbita moschata*) en dietas para pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [En línea]. 2010. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017783011.pdf>.
20. ALMEIDA, M.; MARTÍNEZ-PÉREZ, M. DIHIGO-CUTTIS, L. E. Effect of *Moringa oleifera* forage meal intake on digestive indicators of colostomized broilers. *Cuban Journal of Agricultural Science* [En línea]. 2016. Disponible en: <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/660/716>.
21. UBAQUE, C. C., OROZCO, L. V., ORTIZ, S., VALDÉS, M. P. Y VALLEJO, F. A. Sustitución del maíz por harina integral de zapallo en la nutrición de pollos de engorde. *U.D.C.A. Act. Div. Cient*, [En línea]. 2015. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/462/389>.
22. CONNOLLY, D. Inclusión de harina de follaje y raíz de yuca (*Manihot esculenta* crantz), en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo. *Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua*. [En línea]. 2017. Disponible en: <https://repository.una.edu.ni/3500/1/tn102c752.pdf>.
23. SOLÍS, T.; HERRERA, MAGDALENA; BARRERA, ALEXANDRA; MACÍAS, J.; VÁSQUEZ, J. Pollos cuello desnudo alimentados con harina de *Morus alba* y *Cajanus cajan*. *Cienc Tecnicas UTEQ* [En línea]. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.165>.
24. AYALA, L.; MARTÍNEZ, M.; ACOSTA, A.; DIEPPA, O. Y HERNÁNDEZ, L. Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia*

- Agrícola* [En línea]. 2006. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017672009.pdf>.
25. VÁZQUEZ, Y.; RODRÍGUEZ, B. Y VALDIVIÉ, M. Efecto de la harina de forraje de Moringa oleifera como aditivo en indicadores de salud de pollos de ceba. *Cuban Journal of Agricultural Science* [En línea]. 2020. Disponible en: <http://cjas.science.com/index.php/CJAS/article/view/950/1031>.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclen, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.