



# ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

## Evaluación del valor nutricional de la alcachofa (*Cynara scolymus*) en la producción de codornices de postura

## Evaluation of nutritional value of the artichoke (*Cynara scolymus*) in the laying quails production

Ingrid Y. Martínez<sup>1</sup>, MVZ; Carlos A. Poveda<sup>2</sup>, PhD

<sup>1</sup> Universidad del Tolima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de Nutrición animal; Ibagué, Colombia <sup>2</sup> Profesor asociado, Universidad del Tolima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,

ingridmar\_1@hotmail.com

### Resumen

*En el presente estudio se evaluó el valor nutricional de la alcachofa (*Cynara scolymus*) suministrada a codornices de postura (*Coturnix japonica*). Se determinó sus efectos en parámetros productivos, costos de alimentación, niveles de colesterol y triglicéridos sanguíneos, pH fecal, microbiología del tracto intestinal, heces, histología del intestino delgado y alometría de órganos digestivos. Se emplearon 90 codornices de postura divididas en 5 tratamientos, 3 replicas y 6 aves en cada una, alimentadas por diez semanas. Los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 contenían alcachofa en 0%, 1%, 2%, 3% y 4% en la dieta, respectivamente. Los resultados de las variables productivas no mostraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), al igual que el pH fecal, colesterol sanguíneo, ancho de vellosidades intestinales y peso de los órganos digestivos. Apesar de ello los mejores resultados se encontraron en los animales alimentados con alcachofa. En el peso del huevo (10.07g vs. 10.63g), niveles de triglicéridos sanguíneos (837 mg/dl vs. 379.3 mg/dl), longitud de vellosidades (242.13  $\mu\text{m}$  vs. 382.8  $\mu\text{m}$ ) y profundidad de las criptas (51.9  $\mu\text{m}$  vs. 71.5  $\mu\text{m}$ ) se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). No se aisló *Salmonella* en ninguno de los tratamientos y un conteo menor de coliformes fecales se observó en los tratamientos con alcachofa. Se determinó que el tratamiento cinco fue el de menor costo de producción parcial. Se concluye que la inclusión de alcachofa en la alimentación de codornices de postura mejora los resultados productivos y las funciones fisiológicas intestinales de los animales.*

*Palabras Clave:* Codorniz de postura, alcachofa, inulina, prebiótico, parámetros productivos y salud intestinal.

### Abstract

*Nutritional value of the artichoke (*Cynara scolymus*) in the production of laying quails was evaluated, determining its effects in the productive parameters, nourishment costs, levels of cholesterol and triglycerides in the blood, fecal pH, microbiology of the intestinal tract and faeces, histology of the small intestine and allometry of digestive organs. 90 laying quails were used, which were divided into 5 treatments, 3 replicas and 6 birds in each one, they were fed for ten weeks. Treatments 1, 2, 3, 4 and 5 contained artichoke in 0%, 1%, 2%, 3% and 4% of inclusion in the diet, respectively. Neither the results of the productive variables, nor the fecal pH, cholesterol in the blood, width of intestinal down and weight of digestive organs showed significant differences ( $p < 0.05$ ). However the best results were in the animals fed with artichoke. In the weight of the egg (10.07 g vs. 10.63 g), levels of triglycerides in the blood (837 mg/dl vs. 379.3 mg/dl), length of down (242, 13  $\mu\text{m}$  vs. 382.8  $\mu\text{m}$ ) and depth of crypts (51,9  $\mu\text{m}$  vs. 71.5  $\mu\text{m}$ ) significant differences were found ( $p < 0.05$ ). *Salmonella* was not isolated in any of the treatments and a smaller count of fecal coliforms was determined in the treatments with artichoke. Treatment 5 had the lowest cost in partial production. In sum, The inclusion of artichoke in the feeding of laying quails improves both the productive results and the intestinal physiological functions of animals.*

*Key Words:* Laying quails, artichoke, inulina, prebiotics, productive parameters, intestinal health.

## Introducción

Una de las preocupaciones en la avicultura actualmente es encontrar alternativas para el remplazo de los Antibióticos Promotores de Crecimiento (APCs) incluidos en la dieta de aves productoras de carne y huevos. Dentro de estas alternativas se ha venido contemplando el remplazo por compuestos naturales como los prebióticos, probióticos, simbióticos, ácidos orgánicos entre otros. Los prebióticos son ingredientes en el alimento no digeribles que benefician al hospedador mediante el estímulo selectivo de crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias en el intestino (Leone et al. 2002). Los oligosacáridos no digeribles en general y los fructooligosacáridos en particular, incluida la inulina son considerados prebióticos. La inulina esta presente en

inhiben la producción de productos tóxicos (amoníaco, aminas, nitrosaminas, fenoles, cresoles, indol, escatol, ácidos biliares secundarios, estrógenos) por parte de la microflora negativa, aumentan la absorción de Ca, Mg, P y Fe y regulan el funcionamiento del sistema inmune (Escudero y González, 2006; Figueroa et al., 2006; Gibson, 2004; Santoma, 2004).

Con la necesidad de encontrar nuevas fuentes de prebióticos en la producción avícola, en la presente investigación se evaluó nutricionalmente la alcachofa (*Cynara scolymus*) en codornices de postura (*Coturnix japonica*), valorando sus efectos en la producción y en la fisiología intestinal.

Tabla 1. Composición porcentual de las dietas para codorniz de postura con alcachofa.

Materias Primas	Tratamientos				
	Uno (%)	Dos (%)	Tres (%)	Cuatro (%)	Cinco (%)
Maíz	35	35	35	35	35
Harina de arroz	13	12	11	12	10
Aceite	2	2	2	2	2
Torta de soya	24	24	23	23	24
Grano de soya	18	17	19	19	18
Alcachofa	0	1	2	3	4
Lisina	0	0	0	0	0
Metionina	0	0	0	0	0
Fosfato bicalcico	0	1	1	1	1
Carbonato de calcio	8	8	7	8	7
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premezcla	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Total</b>	100	100	100	100	100
<b>Proteína</b>	<b>22%</b>				
			<b>Energía Metabolizable</b>	<b>2900</b>	

varias frutas y vegetales como la alcachofa, achicoria, banano, cebolla, ajo entre otras (Sabater, 2008; Yildiz, 2006).

Los prebióticos actúan como sustrato para la flora bacteriana benéfica del tracto gastro intestinal (Bifidobacterias y Lactobacilus), los cuales a su vez proveen protección al hospedador frente a agentes patógenos mediante “exclusión competitiva” y producen sustancias antibacterianas y enzimas (Santoma, 2004); además oligosacáridos *Saccharomyces cerevisiae* secuestran bacterias potencialmente patógenas (Santin et al., 2001).

Los efectos biológicos de los prebióticos dependen principalmente de su acción en la composición de la microbiota intestinal y los metabolitos derivados de la actividad de estos microorganismos; se ha reconocido que los prebióticos mejoran la flora intestinal, disminuyen el pH intestinal, mejoran el perfil lipídico de la sangre, producen cambios a nivel de tejido intestinal,

## Materiales y métodos

El ensayo se realizó en las instalaciones de investigación de Nutrición Animal, el laboratorio de Nutrición Animal y el Laboratorio de Diagnóstico en la Universidad del Tolima ubicada en la ciudad de Ibagué (Departamento del Tolima), cuya latitud es de 4°27' y longitud oeste de 75°15', a una altura de 1250 msnm, las condiciones ambientales características de la zona son: temperatura promedio 24 °C, humedad relativa del 74%, régimen de lluvias bimodal y precipitación anual media de 1470 mm.

Se emplearon 90 aves de la raza *Coturnix japonica* de cinco semanas de edad, las cuales fueron distribuidas homogéneamente al azar en dieciocho grupos. Se utilizó un diseño completamente al azar conformado por cinco tratamientos con tres réplicas y seis aves por cada una. Los cinco tratamientos se manejaron dependiendo de los niveles de inclusión de alcachofa: 0% (T1), 1% (T2), 2%

(T3), 3% (T4) y 4% (T5), para lo cual se diseñaron cinco dietas experimentales (Tabla 1). Las aves se alimentaron por diez semanas; los datos productivos fueron registrados durante las últimas seis semanas del ensayo.

Las variables productivas evaluadas fueron: consumo de alimento (el cual se determinó restando la cantidad de alimento ofrecido menos el no consumido), porcentaje de producción, conversión semanal (consumo de alimento/gr de huevo producido), peso del ave, peso del huevo, porcentaje de mortalidad semanal y acumulada, huevo ave alojada semanal (H.A.A) y acumulada (H.A.A.A) y masa de huevo semanal y acumulado por ave alojada.

La alcachofa fue suministrada en el alimento; para ello se sometió a un proceso de secado y molido con el fin de obtener una presentación harina. El alimento fue fabricado de manera manual, pesando cada uno de los ingredientes especificados en las dietas incluyendo la alcachofa en los porcentajes de cada tratamiento.

Las aves fueron alimentadas dos veces en el día una por la mañana y otra por la tarde con una ración diaria de 29.17 g/ave/día. Los huevos eran recolectados dos veces en el día. Los datos de postura y alimento sobrante se registraban diariamente. Cada tres días se pesaban los huevos y cada quince días las aves.

Procedimiento de disección: Al finalizar la etapa de experimentación, las aves fueron sometidas a restricción alimentaria por un lapso de doce horas. Se escogió al azar e identificó un ave por replica. Las aves fueron pesadas; se les tomó muestra de sangre por punción cardíaca y luego se eutanaciaron por dislocación cervical. Los órganos digestivos fueron extraídos para con el fin de tomar las muestras para análisis microbiológicos, alométricos e histológicos.

## Procedimientos de laboratorio

pH fecal: Se determinó por replica durante las últimas cuatro semanas de experimentación usando un potenciómetro.

Microbiológicos: Las muestras de heces fueron tomadas al finalizar la décima semana de experimentación. De cada tratamiento se tomaron dos muestras a las cuales se realizaron conteo de coliformes totales y siembra para Salmonella. Las muestras extraídas de los intestinos (íleon y ciegos) se les realizaron pruebas para aislamiento de Salmonella.

Colesterol y triglicéridos sanguíneos: Los niveles de colesterol y triglicéridos sanguíneos fueron determinados en el equipo analizador de química sanguínea (BTS System) del Laboratorio de Diagnóstico Veterinario,

empleando los reactivos Cholesterol® y Triglicéridos®.

Histología de intestino delgado: Se tomaron dos muestras por tratamiento de intestino delgado, fijándolas en formol al 10% y se les realizó tinción con hematoxilina – eosina.

En cada una de las placas se midió por método indirecto la longitud y grosor de cinco vellosidades de diferentes secciones histológicas y la profundidad de cinco criptas de LieberKühn. La longitud de la vellosidad se determinó usando como base la lámina propia del intestino hasta el ápice; el ancho de la vellosidad fue la distancia de la base de una vellosidad a la vellosidad adyacente y la profundidad de la cripta se definió como el grosor de la invaginación entre la vellosidad adyacente.

Estudio alométrico: Se registraron los pesos por ave de la molleja sin contenido, hígado, ciegos e intestino delgado. Posterior a ello se determinó la relación del peso de cada órgano respecto al peso vivo del ave, expresándolo en porcentaje.

Estudio económico de dietas: Se determinó el valor del kilo de alimento y un costo parcial de huevo por tratamiento (teniendo como indicador el costo de alimento).

Los análisis estadísticos fueron realizados por el programa SAEGE versión 4.0 de la Universidad Federal de Viçosa. Se aplicó análisis de varianza para determinar la significancia estadística entre los tratamientos con un confiabilidad de 95% ; los valores significativos se sometieron al Test de Duncan para establecer las diferencias entre ellos.

## Resultados

No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre el consumo, porcentaje de postura, conversión, H.A.A, masa producida y peso del ave. A pesar de esto, los tratamientos alimentados con alcachofa registraron los mejores resultados. (Tabla 2).

El peso de huevo mostró diferencias entre los tratamientos, siendo el T3 el valor más alto (10.79 g) seguido del T4 (10.61 g), T2 (10.58 g), T5 (10.57 g) y por último el T1 (10.07 g). Durante la experimentación no se registró mortalidad. (Tabla 2).

Los niveles de colesterol no fueron estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ) mientras que los de triglicéridos si lo fueron, siendo T5 (349 mg/dL) el tratamiento de menor resultado seguido del T2 (389 mg/dL), T4 (400 mg/dL), T1 (837 mg/dL) y T3 (868 mg/dL). En el pH fecal se observó que las medias de los tratamientos no fueron estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ). (Tabla 3)

Tabla 2. Parámetros productivos de codornices de postura alimentadas con alcachofa.

Parámetros Productivos	Tratamientos					CV
	1	2	3	4	5	
Consumo (g/ave/día)	29,17	29,17	29,07	28,93	29,02	1,41
Producción de Huevo (%)	58,86	63,29	63,94	63,95	66,77	29,04
Conversión (g alimento/Doc huevos)	695,56	632,22	670	670	584,44	52,27
Huevo Ave Alojada Acumulada	13,14	14,32	14,17	13,95	14,84	61,77
Masa de Huevo Acumulada (g)	132,17	151,42	149,18	148,16	158,56	62,12
Peso de Huevo (g)	10,07 <sup>e</sup>	10,58 <sup>c</sup>	10,79 <sup>a</sup>	10,61 <sup>b</sup>	10,57 <sup>d</sup>	4,51
Peso Corporal Inicial (g/ave)	134,15	154,58	162,31	163,16	165,35	8,53
Peso Corporal Final (g/ave)	135,07	159,25	162,30	163,71	167,05	3,39

<sup>0</sup> Las letras indican las diferencias estadísticas. ( $P < 0.05$ ) por prueba de Duncan

Tabla 3. pH fecal y lípidos en sangre de codornices de postura alimentadas con alcachofa.

Parámetros	Tratamientos					CV
	1	2	3	4	5	
pH Fecal	6,41	6,25	6,24	6,24	6,19	4,06
Colesterol Sanguíneo (mg/dL)	229	205	239	185	190	13,69
Triglicéridos en Sangre (mg/dL)	837 <sup>a</sup>	389 <sup>b</sup>	868 <sup>a</sup>	400 <sup>b</sup>	349 <sup>b</sup>	28,29

<sup>0</sup> Las letras indican las diferencias estadísticas. ( $P < 0.05$ ) por prueba de Duncan

Tabla 4. Histología de intestino delgado en codornices de postura alimentadas con alcachofa.

Parámetros	Tratamientos					CV
	1	2	3	4	5	
Longitud de Velloidades ( $\mu\text{m}$ )	242,13 <sup>e</sup>	273,8 <sup>d</sup>	470,43 <sup>a</sup>	398,57 <sup>b</sup>	388,61 <sup>c</sup>	15,47
Ancho de Velloidades ( $\mu\text{m}$ )	81,50	77,78	104,89	90,77	107,56	29,00
Profundidad de Criptas ( $\mu\text{m}$ )	51,99 <sup>e</sup>	75,98 <sup>d</sup>	139,42 <sup>a</sup>	101,08 <sup>b</sup>	95,54 <sup>c</sup>	24,5

<sup>0</sup> Las letras indican las diferencias estadísticas. ( $P < 0.05$ ) por prueba de Duncan

Tabla 5. Indicadores alométricos en codornices de postura alimentadas con alcachofa.

Parámetros	Tratamientos					CV
	1	2	3	4	5	
Peso Vivo (g)	150,30	148,00	154,40	156,63	145,43	36,98
Peso Intestino Delgado (%)	3,66	3,44	4,06	3,56	5,13	27,07
Peso Ciegos (%)	0,98	1,20	1,09	1,25	1,45	15,48
Peso Molleja (%)	2,60	2,64	3,23	3,34	2,48	14,11
Peso Hígado (%)	2,78	2,00	2,85	2,30	3,01	26,97

No se aisló *Salmonella* en heces ni en intestinos. El grupo de animales alimentados con alcachofa presentaron un menor recuento de coliformes totales con respecto al tratamiento control (grupo alimentado con alcachofa 25 x 106 vs. grupo control 75 x 106). El T3 y T4 presentaron los recuentos menores 35 X104 UFC/g, seguidos del T2 con 85 x 104 UFC/g y T5 con 56 X 105 UFC/g; el T1 fue el mayor con 75 X 106 UFC/g.

La longitud de las vellosidades y profundidad de criptas fueron estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ), siendo T3 el más desarrollado seguido de T4, T5, T2 y por último T1. En el ancho de las vellosidades no se encontraron diferencias. (Tabla 4).

Los pesos de los órganos no mostraron diferencias significativas ( $P<0.05$ ) entre los tratamientos. Aún así para los tratamientos tres, cuatro y cinco la inclusión de alcachofa en la dieta supuso un 1.23 % más de peso de órganos, siendo más marcada la diferencia en el peso de los ciegos (los cuales presentaron una diferencia de 32.4% entre el T5 con referencia al T1). (Tabla 5).

## Discusión

**Parámetros productivos:** Los resultados obtenidos en el consumo se asemejan a lo obtenido por Chen et al. (2005) en gallina ponedora y Sabater (2008) en cerdos; los cuales encontraron que no existen diferencias significativas ( $P<0.05$ ) en el consumo al alimentar los animales con distintos niveles de inulina. Aunque no se encontró diferencia significativa ( $P<0.05$ ) entre los tratamientos, sí existe un aumento en la postura de los grupos alimentados con alcachofa, ya que el tratamiento uno fue el de menor producción siendo superado con un 7.91% de diferencia por el tratamiento cinco. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Yildiz et al. (2006) y Chen et al. (2005) en gallinas ponedoras alimentadas con inulina.

El peso de huevo fue mayor en los tratamientos alimentados con alcachofa ( $P<0.05$ ) respecto al tratamiento uno. Yildiz et al. (2006) y Chen et al. (2005) observaron un incremento en el peso al adicionar inulina y oligofruktosa en la dieta de gallina ponedora; algo similar se presentó en los estudios de Nahashon et al. (1992) y Tortuero y Fernandez (1995) citados por Mahdavi, Rahmani Y Pourreza, (2005) quienes emplearon suplementos de probióticos en gallina de postura.

Según Gaggia (2010) el uso de los prebióticos dentro de la producción animal, como alternativa posible al uso de antimicrobianos promotores de crecimiento han dado resultados contradictorios, mientras que su uso en la modulación del equilibrio microbiano del intestino es de mérito.

**Colesterol y triglicéridos:** La alcachofa no produjo

diferencias en los niveles de colesterol sanguíneo entre los tratamientos ( $P<0.05$ ). Resultados similares reporta Sandoval (2004). A pesar de ello si existió una tendencia de reducción en aquellos animales alimentados con alcachofa. Esto concuerda con lo concluido por Pittler et al. (2002) en humanos. Además de esto, Leone et al. (2006) reporta que el uso de fructooligosacáridos en la alimentación animal reducen los niveles de colesterol. Contrario a lo sucedido con el colesterol, los niveles de triglicéridos si fueron diferentes entre los tratamientos ( $P>0.05$ ). Esta reducción también fue encontrada en humanos por Shimoda (2003) y en ratones por Graziana (2004) citado por Sandoval (2004) al suministrar extracto de alcachofa; vale señalar que estos estudios se llevaron a cabo en individuos con hiperlipemia al inicio del estudio.

Estos efectos sobre los lípidos se cree que son el resultado de un mecanismo de inhibición enzimática de la alcachofa, consistente en un bloqueo en la actividad de la enzima hidroximetilglutaril-CoA-reductasa (HMGCoA-reductasa) que interviene en la activación del acetato (primer paso en la biosíntesis del colesterol hepático) y a las acciones colagoga-coleréticas de la alcachofa (eliminación del metabolito por excreción biliar e incremento de su empleo en la síntesis de ácidos biliares).

**pH fecal:** A pesar de no existió una diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos, los valores fueron más bajos en aquellos grupos alimentados con alcachofa. Sabater (2008), no observó ninguna diferencia significativa entre cerdos alimentados con inulina y los de control. Chambers et al. (1997) citado por Sabater (2008) informaron que el pH fecal del ciego de los pollos alimentados con raciones adicionadas con oligofruktosa o derivados de lactosa eran más bajos que el pH de los pollos de control.

Esta disminución del pH se da por el incremento de procesos de fermentación anaeróbica (por el contenido de FOS) llevados a cabo por la microbiota del intestino y que da lugar a una mayor producción de ácidos grasos de cadena corta.

**Microbiología:** Resultados similares de coliformes son reportados por Spring et al. (2003) citado por Apajalahti et al. (2002) en pollo de engorde alimentados con manaoligosacáridos y por Sabater (2008) en cerdos alimentados con FOS. Investigaciones enfocadas al efecto de los prebióticos en *Salmonella*, demuestran una disminución en los niveles de esta bacteria. Waldroup (1993), Fukaya (1999), Bailey (2001) citados por Apajalahti et al. (2002) evaluaron diferentes niveles de inclusión de FOS en la dieta de pollo de engorde y su efecto en la presencia de *Salmonella*, deduciendo que el prebiótico propiciaba una disminución en la colonización de *Salmonella* en contenido fecal y de intestino.

Los prebióticos actúan como sustrato para la flora bacteriana benéfica del tracto intestinal (Bifidobacterias y Lactobacillus), los cuales a su vez proveen protección al hospedador frente a agentes patógenos mediante “exclusión competitiva” y producen sustancias antibacterianas y enzimas (Santoma, 2004). La comunidad bacteriana en un momento de tiempo dado refleja, la capacidad de cada grupo bacteriano para competir frente a otros grupos y frente al sistema de defensa del huésped en unas determinadas condiciones físicas y químicas del medio. Viceversa, la habilidad del sistema digestivo para digerir y absorber nutrientes es, en parte, dependiente de la distribución de especies y de la población total de microorganismos residentes. Por ello, los cambios en la composición de la dieta o en la densidad de nutrientes pueden tener efectos muy importantes sobre la población microbiana intestinal, lo que a su vez influye en la habilidad de los animales para digerir y absorber nutrientes.

**Histología del intestino delgado:** Un mayor desarrollo en el tejido intestinal producido por la alcachofa fue evidenciada en este estudio, estos resultados concuerdan con lo reportado por Santin et al. (2001) y Menocal et al. (2008) quienes informaron que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* en pollo de engorde aumentó la longitud, grosor y número de vellosidades intestinales. Igualmente Leone (2006) observó una mayor densidad de vellosidades después de la utilización de prebióticos y probióticos en la dieta de pollo de engorde de igual edad.

Una mucosa intestinal responde a los agentes exógenos por medio de modificaciones morfológicas tanto en la longitud como en el número de las vellosidades

intestinales y en la profundidad de las criptas. Dicho mejoramiento se ve reflejado en una mejor salud intestinal y mayor eficiencia en el proceso digestivo. En el caso de los prebióticos su efecto se atribuye a la mayor producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), sobre todo el ácido butírico que podría estimular el crecimiento de las células de la mucosa. Sakata y Yajima (1984) citado por Arce et al. (2008) demostraron que las ratas a las que se les infundió intraluminalmente Ácido Graso Volátil (AGV) se les aceleró la tasa de producción de células de las criptas y aumentó la masa de la pared intestinal. El estímulo era muy eficaz con butirato.

Estudio alométrico: La fibra dietaria en la alimentación a las aves de corral puede afectar el proceso de fermentación en los intestinos ciegos, lo que puede llevar a la hipertrofia cecal. Miller (1976) citado por Józefiak et al. (2003), encontró que patos silvestres alimentados con una dieta comercial baja en fibra o una dieta rica en fibra (con alfalfa), mostró un aumento en el tamaño de los intestinos ciegos en los pájaros alimentados fibra.

Según Pinheiro (2007) un aumento en los órganos digestivos de las codornices se ve reflejado en una mayor capacidad de ingerir, digerir y aprovechar los alimentos, ya que existe una relación directa entre la estructura del aparato digestivo (en especial los intestinos) y una mejor utilización de los alimentos. Desde el punto de vista nutricional, el tamaño de los intestinos puede afectar la tasa de pasaje del alimento por el tracto digestivo y como consecuencia afectar la eficiencia de digestión y absorción de los nutrientes de la dieta.

El tratamiento cinco mostró un menor costo de producción por huevo frente a los demás grupos a pesar de tener un mayor costo por kilo de alimento (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis aproximado del valor de las dietas con distintos porcentajes de inclusión de alcachofa (*Cynara scolymus*).

Materias Primas	Valor kg*	Tratamientos									
		1		2		3		4		5	
		%	\$	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$
Maíz	600,2	35,0	21007,0	35,0	21007,0	35,0	21007,0	35,0	21007,0	35,0	21007,0
Harina de arroz	650	13	8450,0	12,0	7800,0	11,0	7150,0	12,0	7800,0	10,0	6500,
Torta de soya	1280,3	24,0	30727,2	24,0	30727,2	22,5	28806,8	22,5	28806,8	24,0	30727
Grano de soya	1257,3	18,0	22630,7	17,0	21373,4	19,0	23887,9	19,0	23887,9	18,0	22630
Alcachofa	2000**	0,0	0,0	1,0	2000,0	2,0	4000,0	3,0	6000,0	4,0	8000,
Aceite	2130,8	2,0	4359,1	2,5	5307,0	2,2	4705,8	2,4	5028,9	2,0	4234,
Lisina	3800	0,2	760,0	0,2	760,0	0,2	760,0	0,2	760,0	0,2	760,0
Metionina	11700	0,1	1357,2	0,1	1368,9	0,1	655,2	0,1	1521,0	0,1	1462,
Fosfato bicalcico	2069	0,4	907,0	0,5	1111,7	0,6	1250,9	0,5	1046,2	0,6	1290,
Carbonato de calcio	100	7,6	761,3	7,5	751,7	7,4	744,8	7,5	754,0	7,4	741,0
Sal	345	0,4	120,8	0,4	120,8	0,4	120,8	0,4	120,8	0,4	120,0
Premezcla	10400	0,2	2080,0	0,2	2080,0	0,2	2080,0	0,2	2080,0	0,2	2080,
Total		100	93160,2	100,0	94407,7	100,0	95169,1	100,0	98812,6	100,0	99555
Valor Kilo			\$ 1117,9		\$ 1132,9		\$ 1142,0		\$ 1185,8		\$ 1194,7
			Proteína Calculada	22%		Energía Calculada	2900				

\*Valores administrados en presentación harina en pesos colombianos para Junio de 2010.

\*\* Valor estimado por el proceso de materia seca en molienda.

## Conclusiones

Incluir la alcachofa (*Cynara scolymus*) en la alimentación de codornices de postura (*Coturnix japonica*) optimiza la calidad nutricional del concentrado, mejora la salud intestinal y provee una mayor capacidad de rendimiento productivo por parte de los animales. Los mejores resultados se obtendrán con inclusiones de cuatro por ciento en la dieta de codornices de postura. Estos resultados posiblemente se presentaron por el efecto de la alcachofa sobre la flora microbiana benéfica del tracto intestinal.

La alcachofa muestra potencial para su uso como componente prebiótico en la alimentación animal y la factibilidad de su implementación en la producción

pecuaria nacional con el fin de brindar un alimento más natural al consumidor.

Se recomienda evaluar el efecto del extracto de alcachofa con el fin de minimizar costos productivos. Además sería importante evaluar las poblaciones de bacterias benéficas en el intestino y heces y determinar los efectos en la excreción de amoniaco volátil de la alcachofa.

## Agradecimientos

A la Universidad del Tolima por la financiación para la realización del trabajo y a la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

## Referencias

- Apajalahti, J. y Kettunen A. Efecto de la dieta sobre la flora microbiana en el tracto gastrointestinal de aves. En: XVII Curso de especialización FEDNA. 2002.
- Arce J, Ávila E, López C. Comportamiento productivo y cambios morfológicos en vellosidades intestinales del pollo de engorda a 21 días de edad con el uso de paredes celulares del *saccharomyces cerevisiae*. Vet. Méx. Abril-junio. 2008: 39: 2: 223-228.
- Chen Y. Mineral utilization in layers as influenced by dietary oligo-fructose and inulin. Int. J. Poult. Sci., 3, 442-445.
- Escudero E, González P. La fibra dietética. Nut. Hosp. 2006: 21: 2: 61-72.
- Figueroa J, Chi E, Domínguez I. Alimentos funcionales para cerdos al destete. Vet. Méx. Enero-marzo, 2006: 37: 1: 117-136.
- Gaggia F, Mattarelli P, Biavati B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. Int. Jour. of Food Mic. 2010.
- Gibson G. Prebiotics. Best Prac. & Res. Clin. Gastro. 2004: 18: 2: 287-298.
- Józefiak D, Rutkowski A, Martin S. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. Ani. Feed Sci. Y Tech. Septiembre. 2003:113: 1-15.
- Leone E, Alves de souza P, Alves de souza H. Prebióticos e probióticos na nutrição de aves. Cien. Agra. Junio. 2002: 2: 59-64.
- Mahdavi HR, Pourreza J. Effect of probiotic supplements on egg quality and laying hen's performance. Int. Jour. of Poul. Sci. 2005:4: 7:488-492.
- Pinheiro L. Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta. 2007. Tesis de maestría. Brasilia, D.F.: universidad de Brasilia. Facultad de medicina veterinaria y agronomía. 115 p.
- Pittle MH, Thompson CO, Ernst E. Artichoke leaf extract for treating hypercholesterolaemia. 2002. Disponible en:([www.update-software.com/pdf/CD003335.pdf](http://www.update-software.com/pdf/CD003335.pdf)).
- Sabater M. Efectos de las poliaminas y los fructooligosacáridos de la dieta sobre la maduración intestinal en cerdos destetados precozmente. 2008. Tesis de doctorado de biología. España: Universidad de Murcia. Facultad de biología. Departamento de fisiología. 186 p.
- Sandoval et al. Efectos de la suplementación con extracto de alcachofa (*Cynara scolimus* L.) y cloruro de colina sobre algunas variables bioquímicas en pollos. Invet. 2004: 6: 1.
- Santin E, Maiorka A., Macari M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *saccharomyces cerevisiae* cell wall. 2001. Disponible en:( <http://japr.fass.org/cgi/reprint/10/3/236.pdf>).
- Santomá G. Estimuladores de la inmunidad. En: XIV Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España. 2004. Disponible en: ([www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPVII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPVII.pdf)).
- Shimoda H. Anti-hyperlipidemic sesquiterpenes and new sesquiterpene glycosides from the leaves of artichoke (*Cynara scolymus*): structure requirement and mode of action. Bio. & med. Chem. letters. 2003: 13: 223-228.
- Yildiz G, Sacakli P, Gungor T. The effect of dietary Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) on performance, egg quality characteristics and egg cholesterol content in laying hens. Czech J animal science. Agosto: 2006: 5:349 