

# Parámetros productivos y sanguíneos en pollos de carne suplementados con cocarboxilasa

## Productive and blood performance of broiler supplemented with cocarboxylase

Héctor Raúl Rivera De la Torre,\*\* César Aquiles Lázaro De la Torre,\*\*\*\*,\*\*\*\*\* Carlos Vilchez Perales,\*\* Carlos Adam Conte Júnior\*\*\*\*

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la cocarboxilasa sobre los parámetros productivos y niveles sanguíneos de glucosa y lípidos en pollos de carne. Fueron utilizados 11004 pollos machos de 1 día de edad los cuales fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos con 4 repeticiones (917 pollos por cada repetición) y criados de forma convencional por 42 días. Los grupos formados fueron T1 (Dieta convencional), T2 (Dieta modificada, reducción del porcentaje de aceite de soya y la adición de cocarboxilasa) y T3 (Dieta modificada, reducción del porcentaje de aceite de soya y sin cocarboxilasa). El grupo tratado con cocarboxilasa (T2) obtuvo mayor peso final y ganancia de peso comparado con los otros dos tratamientos. La inclusión de cocarboxilasa tuvo influencia positiva en el peso por lo que podría ser utilizada como reemplazo parcial del aceite de soya utilizado en la dieta de pollos de carne.

*Palabras-claves:* avicultura, energía, glucosa, perfil lipídico, pirofosfato de tiamina.

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of cocarboxylase on productive performance, blood glucose and lipid profile in broilers. A total of 11004 one-day-old male broiler chickens were randomly allocated into 1 of 3 treatments with 4 replicates per treatment (917 chickens per replicate) and conventionally reared until 42 days old. The treatments were T1 (Conventional diet), T2 (Modified diet, reducing a percentage soybean oil and the addition of cocarboxylase) and T3 (Modified diet, reducing a percentage soybean oil without cocarboxylase). Broilers supplemented with cocarboxylase (T2) resulted in higher final weight and weight gain compared with the others treatments. The inclusion of cocarboxylase had positive influence on weight, which suggests its usefulness as a partial replacement of the oil used in chicken diets.

*Keywords:* poultry, energy, glucose, lipid profile, thiamine pyrophosphate.

### Introducción

En el Perú la industria de la carne de pollo se viene desarrollando en forma creciente debido a su gran aceptación por constituir una fuente de proteína económica para el consumidor. Uno de los objetivos del sector avícola es mejorar la rentabilidad productiva, buscando nuevas formas de optimizar los insumos alimenticios para obtener mayores beneficios económicos (Minag, 2010).

Los altos niveles de nutrientes en las dietas de las aves hacen difícil su metabolismo y muchas veces se presenta una incapacidad metabólica para procesar toda la energía procedente de la digestión, básicamente por la insuficiencia en la producción de enzimas responsables de las reacciones energéticas y como consecuencia el organismo lo almacena como reserva por considerar que no tiene la capacidad suficiente

para procesarla (Olukosi et al., 2008). La oxidación de la glucosa se lleva a cabo principalmente por medio de las rutas catabólicas oxidativas de glucólisis, ciclos de los ácidos tricarbóxicos, y el ciclo de las pentosas. Estos procesos comprenden una serie de reacciones biocatalizadas por enzimas, que requieren para su actividad la presencia de cofactores y coenzimas como la cocarboxilasa (Lonsdale, 2006).

La cocarboxilasa, también llamada pirofosfato de tiamina (TPP), es una coenzima derivada de la tiamina (Vitamina B1) que actúa como optimizador de energía metabolizable (Sotomayor & Zambrano, 2008). La adición de la cocarboxilasa en la dieta busca cubrir su insuficiencia ante diversos factores como niveles altos de energía en la dieta, la genética, estados metabólicos, estrés, enfermedad, entre otros que puedan presentarse en el ave (Olkowski & Classen, 1999). Además debemos considerar

\*Recibido em 19 de março de 2015 e aceito em 25 de setembro de 2016.

\*\*Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n, Lima - Perú. hector-riv@hotmail.com, cvilchezp@lamolina.edu.pe

\*\*\*Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación Cdra. 28, Lima - Perú. aquil18@yahoo.com

\*\*\*\*Department of Food Technology, Faculty of Veterinary, Universidade Federal Fluminense, Vital Brazil Filho 64, CEP: 24230-340 Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. carlosconte@id.uff.br

Autor correspondente: hector-riv@hotmail.com

que el procesamiento de los insumos de la dieta (secado) pueden reducir las concentraciones de tiamina disponible debido a que esta es lábil al calor. En general para las diferentes especies de aves de corral los requisitos mínimos de cocarboxilasa generalmente oscilan entre 0.8 y 2.0 mg por kg de alimento (NRC, 1994).

La cocarboxilasa además de estar involucrada en el metabolismo de carbohidratos, también lo está en la síntesis de lípidos. Para las aves, el sustrato principal para la síntesis de ácidos grasos es la glucosa. Una vez satisfechas las necesidades de mantenimiento, crecimiento y actividad física, el exceso de energía será almacenado en forma de grasa en los depósitos lipídicos con gran eficiencia. Para los avicultores representa una pérdida económica, siendo ineficiente en términos de metabolismo de la energía y la utilización del alimento; y para los consumidores representa una preocupación por los aspectos nutricionales y de salud. (Gaya et al., 2005). Por estos motivos es importante analizar si el uso de cocarboxilasa en reemplazo de un porcentaje de aceite ayuda a disminuir la grasa corporal en pollos de engorde.

Existen diferentes reportes que indican los beneficios de la adición de cocarboxilasa en la dieta de pollos. Hernández (2005) determinó que la suplementación de 2g/kg/pollo/día mejora la ganancia de peso. Asimismo Saez (2011), evaluó cuatro niveles de inclusión de cocarboxilasa, como reemplazo de una fuente energética, en dietas de inicio obteniendo un mayor consumo de alimento para el tratamiento con mayor nivel de inclusión de la coenzima. En este sentido, el presente estudio tiene como finalidad evaluar la respuesta productiva en términos de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, índice de eficiencia europeo; así como el nivel de glucosa y perfil lipídico con la inclusión de cocarboxilasa en dietas de pollos de carne (1-42 días de edad), como reemplazo parcial de fuentes energéticas (aceite).

## Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en una granja comercial ubicada en el distrito de Carabayllo, provincia de Lima, Perú, durante los meses marzo y abril del 2013. Se utilizaron 11004 pollos machos (Ros, 308) de 1 día de edad criados de forma convencional por 42 días. Los animales fueron distribuidos al azar en 3 tratamientos: T1 (Dieta convencional), T2 (Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y la adición de cocarboxilasa) y T3 (Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y sin la adición de cocarboxilasa). El experimento fue repetido 4 veces utilizando 917 aves en cada repetición.

Se mantuvo homogeneidad de condiciones para todas las unidades experimentales en lo referente a manejo y sanidad de los animales. La temperatura fue controlada por medio

de campanas de gas iniciando en 32°C y disminuyendo paulatinamente hasta llegar a los 20 °C en la última semana. Las aves fueron vacunadas contra Marek, Laringotraqueitis, Newcastle, Bronquitis infecciosa y Gumboro, según el programa establecido en la granja. La presentación del alimento fue cambiando según la etapa productiva de los animales: inicio (1-10 días), crecimiento (11-28 días) y acabado (29-42 días). Las dietas fueron preparadas utilizando el software Brill para elaboración de raciones, tratando balancear los ingredientes que contengan la misma concentración de nutrientes (isoproteicas e isoenergéticas) recomendados para la línea Ross, a excepción del grupo T3 el cual presentó una reducción de la energía metabolizable (80 kcal/ kg) por no incluir la Cocarboxilasa en su composición. La composición porcentual y valor nutricional calculado de la dietas se observan en la Tabla 1. Para la evaluación de la cocarboxilasa se utilizó un suplemento coenzimático comercial (Glukogen C-40, Nutritech, México) que fue adicionado en la dieta del tratamiento correspondiente. El suministro de agua y alimento fue ad libitum durante todo el experimento.

La respuesta de los pollos a los tratamientos fue evaluada mediante la determinación del peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia. Con esta finalidad cada semana fue seleccionado de forma aleatoria el 10% de los animales de cada unidad experimental. Se llevó un registro de la mortalidad de los animales durante todo el experimento. Los resultados se expresaron en promedios de los animales por semana. Adicionalmente fue calculado el Índice de Eficiencia Europea (IEE), el cual permite realizar comparaciones entre los diferentes lotes de pollos utilizando valores de peso, mortalidad, conversión alimenticia y edad.

Para la evaluación de los niveles de glucosa y perfil lipídico fueron seleccionados 5 pollos al azar de cada unidad experimental a los 42 días de crianza; totalizando 20 pollos por cada tratamiento, de los que se colectaron muestras de sangre (2 - 3 ml) de la vena alar. Las muestras fueron centrifugadas a 447 g por 15 minutos para obtención de plasma sanguíneo el cual fue utilizado para las pruebas bioquímicas. Los niveles de glucosa, colesterol, triglicéridos, lipoproteínas de alta (HDL), baja (LDL) y muy baja densidad (VLDL) fueron medidos en el plasma mediante reactivos enzimáticos (Valtek Diagnostics) y por lectura de absorbancias (234 nm) mediante espectrofotómetro convencional. Los procedimientos fueron realizados conforme la ficha técnica de Valtek Diagnostics.

El estudio se llevó a cabo utilizando un diseño completamente al azar, evaluando tres tratamientos con cuatro repeticiones para cada uno. Fue utilizado el análisis de varianza y la comparación de medias se realizó mediante la prueba de comparaciones múltiples de Duncan a un nivel de confianza de 0.05. Los procedimientos se realizaron en el programa estadístico Prism versión. 5.00 para Windows (Graphpad, 2007).

**Tabla 1:** Composición porcentual y valor nutricional de la dietas en los diferentes periodos de crianza

Ingredientes (%)	Días de crianza								
	1-10 (Inicio)			11-28 (Crecimiento)			29-42 (Acabado)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Maíz	60.37	62.48	62.48	66.39	67.92	67.92	68.70	71.02	71.02
Torta de soya	25.48	28.61	28.61	18.93	22.17	22.17	16.34	19.83	19.83
Soya integral	5.00	0.21	0.21	7.00	2.66	2.66	7.65	2.07	2.07
Soya fermentada	4.00	4.00	4.00	---	---	---	---	---	---
Premix*	1.70	1.70	1.70	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	0.26	0.27	0.27	1.07	1.08	1.08	1.15	1.16	1.16
Aceite de soya	0.80	0.20	0.20	0.94	0.40	0.40	0.80	0.40	0.40
Fosfato dicálcico	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.42	0.43	0.43
Bicarbonato de sodio	0.10	0.11	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14
Sal común	0.33	0.33	0.33	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
L-Lisina HCL	0.00	0.02	0.02	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.12
L-Treonina	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.05	---	---	---	---	---	---
DL-Metionina	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	---	---	---
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>									
<b>E.M (kcal/kg)</b>	3040.2	3040.2	2960.2	3169.7	3169.7	3089.7	3189.7	3189.7	3109.7
<b>Proteína total,%</b>	21.86	21.86	21.86	19.35	19.50	19.50	18.37	18.28	18.28
<b>Lisina digestible,%</b>	1.28	1.29	1.29	1.10	1.10	1.10	0.99	0.99	0.99
<b>Met + Cis. digestible,%</b>	0.91	0.91	0.91	0.80	0.80	0.80	0.74	0.74	0.74
<b>Triptofano digestible,%</b>	0.21	0.21	0.21	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18
<b>Treonina digestible,%</b>	0.84	0.84	0.84	0.72	0.72	0.72	0.67	0.67	0.67
<b>Calcio,%</b>	0.97	0.97	0.97	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90
<b>Fosforo disponible,%</b>	0.49	0.49	0.49	0.43	0.43	0.43	0.41	0.41	0.41
<b>Sodio,%</b>	0.21	0.21	0.21	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
<b>Grasa total,%</b>	4.62	3.14	3.14	5.52	4.17	4.17	5.59	4.15	4.15

**T1**, Dieta convencional; **T2**, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y la adición de cocarboxilasa; **T3**, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y sin la adición de cocarboxilasa. La reducción del porcentaje de aceite de soya fue variando conforme la etapa de crecimiento de los pollos y responde al cálculo de la ración y las necesidades energéticas de cada etapa.

## Resultados y discusión

Las variaciones por semana de peso corporal y ganancia de peso pueden ser observadas en la tabla 2. Las aves que recibieron la dieta con cocarboxilasa (T2) presentaron un mejor desempeño en peso corporal las últimas dos semanas de crianza en comparación a los otros dos tratamientos ( $P < 0.05$ ). La misma tendencia es observada en la ganancia de peso. Estos resultados coinciden con los de Hernández (2005), quien reportó un mayor incremento en el peso vivo y la ganancia de peso ( $P < 0.05$ ) a los 42 días para aves suplementadas con

cocarboxilasa en comparación al grupo control. Por otro lado, Saez (2011) no encontró diferencias de peso ( $P > 0.05$ ) al evaluar diferentes niveles de cocarboxilasa hasta los 21 días. Esta diferencia se puede explicar debido a la disponibilidad de energía metabolizable. Saez (2011) basó su experimento indicando un reemplazo de 120 kcal/kg de cocarboxilasa; sin embargo demostró mediante estimaciones por consumo de alimento que la cantidad real de reemplazo fue solamente de 95 kcal/kg. Esta diferencia puede ser la clave para entender la ganancia de peso en nuestro trabajo donde solo se utilizó 80 kcal/kg.

**Tabla 2:** Evolución de parámetros productivos en pollos de carne alimentados con diferentes dietas propuestas durante los 42 días del experimento

Días	T1	T2	T3
<b>Peso corporal (Kg)</b>			
7	0.143 ± 0.006 a	0.147 ± 0.005 a	0.142 ± 0.006 a
14	0.386 ± 0.008 a	0.398 ± 0.006 a	0.386 ± 0.005 a
21	0.733 ± 0.011 b	0.791 ± 0.021 a	0.736 ± 0.015 b
28	1.318 ± 0.028 a	1.371 ± 0.048 a	1.308 ± 0.032 a
35	2.110 ± 0.013 b	2.153 ± 0.021 a	2.097 ± 0.015 b
42	2.770 ± 0.021 b	2.814 ± 0.010 a	2.737 ± 0.005 c
<b>Ganancia de peso (Kg)</b>			
7	0.096 ± 0.005 a	0.099 ± 0.005 a	0.095 ± 0.005 a
14	0.242 ± 0.005 a	0.251 ± 0.007 a	0.244 ± 0.005 a
21	0.347 ± 0.015 b	0.393 ± 0.016 a	0.350 ± 0.009 b
28	0.586 ± 0.018 a	0.581 ± 0.028 a	0.573 ± 0.024 a
35	0.792 ± 0.032 a	0.782 ± 0.033 a	0.789 ± 0.033 a
42	0.660 ± 0.027 a	0.661 ± 0.010 a	0.640 ± 0.015 a
GPA	2.723 ± 0.020 b	2.766 ± 0.010 a	2.690 ± 0.005 c
<b>Consumo de alimento (Kg)</b>			
7	0.132 ± 0.002 a	0.137 ± 0.003 a	0.136 ± 0.005 a
14	0.319 ± 0.014 a	0.318 ± 0.009 a	0.318 ± 0.007 a
21	0.582 ± 0.023 a	0.567 ± 0.028 a	0.559 ± 0.008 a
28	0.917 ± 0.057 a	0.930 ± 0.095 a	0.942 ± 0.059 a
35	1.241 ± 0.063 a	1.303 ± 0.106 a	1.282 ± 0.064 a
42	1.424 ± 0.091 a	1.490 ± 0.133 a	1.481 ± 0.127 a
CAA	4.616 ± 0.202 a	4.745 ± 0.368 a	4.718 ± 0.225 a
<b>Conversión alimenticia</b>			
7	1.386 ± 0.087 a	1.390 ± 0.080 a	1.438 ± 0.066 a
14	1.317 ± 0.038 a	1.266 ± 0.064 a	1.305 ± 0.034 a
21	1.681 ± 0.133 a	1.445 ± 0.043 b	1.597 ± 0.056 b
28	1.569 ± 0.124 a	1.599 ± 0.113 a	1.649 ± 0.153 a
35	1.568 ± 0.044 a	1.672 ± 0.183 a	1.628 ± 0.108 a
42	2.180 ± 0.198 a	2.295 ± 0.217 a	2.335 ± 0.220 a
CAA*	1.670 ± 0.077 a	1.693 ± 0.120 a	1.727 ± 0.087 a
<b>Mortalidad (%)</b>			
7	0.654 ± 0.267 a	0.600 ± 0.140 a	0.518 ± 0.518 a
14	0.219 ± 0.237 b	0.658 ± 0.237 a	0.466 ± 0.104 a
21	2.089 ± 0.658 a	2.236 ± 0.563 a	2.782 ± 0.687 a
28	0.337 ± 0.091 a	0.141 ± 0.108 a	0.369 ± 0.194 a
35	0.282 ± 0.217 a	0.311 ± 0.107 a	0.652 ± 0.295 a
42	0.963 ± 0.462 a	1.160 ± 0.987 a	1.372 ± 0.418 a
MA	4.472 ± 1.018 b	5.018 ± 0.609 ab	6.028 ± 0.408 a
<b>Índice de Eficiencia Europea</b>			
IEE	377 ± 18.06 a	376 ± 25.59 a	355 ± 19.02 a

Letras diferentes en minúscula representan diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre las columnas

**T1**, Dieta convencional; **T2**, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y la adición de cocarboxilasa; **T3**, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y sin la adición de cocarboxilasa; **GPA**, Ganancia de peso acumulada; **CAA**, Consumo de alimento acumulada; **CAA\***, Conversión alimenticia acumulada (CAA/GPA); **MA**, Mortalidad Acumulada; **IEE**,  $[\text{Peso (42 d)} \times (100 - \text{MA})] / (\text{CAA}^* \times 42)$

Los resultados de consumo de alimento y conversión alimenticia, muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos durante las seis semanas del experimento ( $P > 0.05$ ). Estos resultados son positivos, debido a que indican que todos los tratamientos consumieron una cantidad similar de alimento, sin embargo, el tratamiento con cocarboxilasa (T2) obtuvo mayor ganancia de peso. Estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández (2005), quien reportó no haber encontrado diferencias significativas para ambos parámetros en aves suplementadas con cocarboxilasa durante 42 días. En contraposición, Saez (2011) reportó diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) solo para el consumo de alimento, demostrando que los tratamientos de mayor nivel de inclusión de cocarboxilasa, suplementada los primeros 21 días de vida, presentaron mayor consumo de alimento en comparación con el tratamiento control.

En cuanto a la mortalidad, el grupo T3 (Dieta modificada, sin cocarboxilasa) presentó mayor promedio de mortalidad acumulada existiendo una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) comparada con el grupo T1 (Dieta convencional). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre el grupo con dieta convencional (T1) y el grupo con dieta modificada, con cocarboxilasa (T2). Esto concuerda con Hernández (2005), quien tampoco encontró diferencias significativas para la mortalidad, entre el tratamiento con cocarboxilasa y el control. Esto demuestra que el uso de cocarboxilasa en la dieta permitió mantener el mismo nivel energético que el tratamiento con dieta convencional (T1). Es importante señalar que la mortalidad registrada en la semana 3, se vio incrementada por una selección y descarte realizado a todas las unidades experimentales para los pollos que no llegaron a un peso adecuado. Asimismo, la mortalidad de la última semana fue atribuida principalmente a muerte súbita y problemas respiratorios.

No existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados para el índice de eficiencia europeo (IEE); sin embargo, se puede resaltar que el tratamiento T3 (Dieta modificada, sin cocarboxilasa) obtiene un valor numérico mucho menor en comparación a los otros dos tratamientos. El tratamiento T1 (Dieta convencional) y T2 (Dieta modificada, con cocarboxilasa) tienen un índice parecido, demostrando que el uso de cocarboxilasa afecta positivamente el rendimiento productivo de los pollos.

Los resultados en la tabla 3 muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) para los niveles de glucosa sanguínea. Asimismo, todos los grupos presentaron valores dentro del rango normal (152 a 182 mg/dl) para pollos de engorde (Mitruka, 1977). Es interesante observar que numericamente el tratamiento T2 (Dieta modificada, con cocarboxilasa) presentó niveles de glucosa bajos lo cual podría indicar que la cocarboxilasa ayuda a metabolizar mejor y más rápido la cantidad de glucosa circulante, manteniéndose dentro de los límites normales para no causar ningún trastorno metabólico; sin embargo, estadísticamente los tres tratamientos no evidenciaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Estos resultados coinciden con Saez (2011), quien no encontró diferencias entre los tratamientos con cocarboxilasa y el tratamiento control para los niveles de glucosa en pollos criados hasta los 21 días. Sin embargo son contrarios a lo reportado por Khitam (2007), quien obtuvo mayores niveles de glucemia en pollos alimentados con tiamina hasta los 50 días. El uso de esta coenzima en el control de la glucemia también ha sido reportada en otras especies. Del Toro (2001) evidenció una reducción

en los niveles de glucemia en la sangre en ratas diabéticas suplementadas con cocarboxilasa.

En relación al perfil lipídico se observa que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para los parámetros de colesterol y LDL entre los tres tratamientos. Por otro lado el grupo T1 (Dieta convencional) mostró una elevada cantidad de HDL ( $P < 0.05$ ) comparado con los otros dos tratamientos, esto evidenció la influencia de fuente de grasa (aceite) de la dieta convencional. Finalmente se puede observar que la inclusión de cocarboxilasa consiguió reducir parcialmente los niveles de triglicéridos y VLDL. El mecanismo por el cual la cocarboxilasa influencia en los niveles de lípidos en sangre aun no está elucidado, sin embargo es sabido que existe una relación entre los triglicéridos (reservas grasas) y los VLDL (transportadores de triglicéridos) (Loh et al. 2011). Asimismo los bajos niveles en el perfil lipídico del grupo T3 es el resultado de la reducción parcial del aceite en la dieta y la no adición de cocarboxilasa.

**Tabla 3:** Resultados de la evaluación de los niveles de glucosa y perfil lipídico en pollos de carne alimentados con diferentes dietas a los 42 días de edad

Nivel (mg/dl)	T1	T2	T3
Glucosa	177 ± 34.46 a	156 ± 28.99 a	170 ± 27.23 a
Perfil lipídico			
Colesterol	121 ± 27.77 a	105 ± 20.2 a	110 ± 15.28 a
Triglicéridos	110 ± 20.76 a	97 ± 20.6 ab	85 ± 19.56 b
HDL	80 ± 11.22 a	63 ± 9.5 b	68 ± 8.3 b
LDL	21 ± 20.53 a	27 ± 18.34 a	28 ± 12.89 a
VLDL	22 ± 4.15 a	19 ± 4 ab	17 ± 3.8 b

T1, Dieta convencional; T2, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y la adición de cocarboxilasa; T3, Dieta modificada basada en la reducción del porcentaje de aceite de soya y sin la adición de cocarboxilasa; HDL, Lipoproteínas de alta densidad; LDL, Lipoproteínas de baja densidad; VLDL, Lipoproteínas de muy baja densidad Promedio de 20 muestras por cada tratamiento tomadas el día 42 de crianza

Tohala (2010) y Teck et al. (2011), relacionaron el alto contenido de lípidos en la dieta con elevados niveles de triglicéridos contenidos en el plasma sanguíneo y por consiguiente con un aumento del nivel de engrasamiento en pollos. Nuestros resultados muestran una tendencia baja para el perfil lipídico en el tratamiento T2 (Dieta modificada, con cocarboxilasa) en comparación con los otros tratamientos lo cual contribuiría a reducir el nivel de engrasamiento de los pollos. Esto se puede explicar ya que existe una relación entre la ingestión de energía y el crecimiento de los depósitos lipídicos, el excedente de energía se almacena como triglicéridos en los tejidos adiposos, en pollos principalmente como grasa abdominal (Hermier et al. 1991; Navidshad et al. 2010; Wang & Musa, 2007). Además Hassan et al. (2007), en un estudio sobre los pollos evidenciaron una relación entre los niveles plasmáticos de triglicéridos, HDL y VLDL. Llegando a la conclusión que la grasa abdominal en pollos de engorde se ve afectada por los niveles de los índices bioquímicos de suero. En tal sentido el tratamiento con cocarboxilasa permitió optimizar el uso de los carbohidratos del alimento, disminuyendo el nivel de lípidos necesarios en las dietas al reemplazar cerca del 50 % del total de aceite utilizado en las dietas.

## Conclusiones

La inclusión de cocarboxilasa en reemplazo parcial de aceite de soya en la dieta mejoró el peso corporal y ganancia de peso de los pollos de carne. La cocarboxilasa se presenta como una potencial fuente de reemplazo energética.

## Agradecimientos

A la Empresa Agropecuaria Pluma Blanca S.A.C., por brinda las instalaciones, materiales y equipos para realizar esta investigación;

a la Empresa Los Sauces Representaciones S.A.C por proveer la coenzima; al Ing. Florencio Eusebio, por todas las facilidades brindadas, el apoyo logístico y económico para llevar a cabo esta investigación; a Mario y Fausto por su apoyo incondicional y experiencia en el manejo de pollos; a la Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), número de proceso E-26/103.003/2012, al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), número de proceso 311361/2013-7, 401922/2013-8 y 313917/2013-2 por el soporte económico.

## Referencias

- DEL TORO, M. Efecto de la Cocarboxilasa sobre la Glucemia en Ratas Wistar Inducidas a Diabetes. 2001. 75 p. Tesis (Maestría). Universidad de Colima, Colima, México.
- GAYA, L. G.; MOURÃO G. B.; E. M. DE REZENDE; E. C. DE MATTOS; FILHO T. M.; FIGUEIREDO L. G.; FERRAZ J. B.; ELER J. P. Genetic trends of abdominal fat content in a male broiler chicken line. *Genetics and Molecular Research*, v. 4, n. 4, p.760-764. 2005.
- GRAPHPAD. GraphPad Prisma Version 5.0 San Diego, CA, USA: GraphPad Software Inc 2007.
- HASSAN, H.; GUO, HC.; JIN, H.; GALAL, M. Relation between abdominal fat and serum cholesterol, triglycerides, and lipoprotein concentrations in chicken breeds. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, v.31, n. 6, p.375-379, 2007.
- HERMIER, D. SALICHON ,MR. WHITEHEAD, CC. Relationships between plasma lipoproteins and glucose in fasted chickens selected for leanness or fatness by three criteria. *Reproduction Nutrition Development*, v. 31, n. 4, p. 419-429. 1991.
- HERNÁNDEZ, B. El efecto de la suplementación con cocarboxilasa en el alimento sobre los parámetros productivos en pollos de engorda. 2005. 41p. Tesis (Licenciado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, México.
- KHITAM, J.; AHMED, A.; MAJEED, H. Biochemical study of blood in broiler fed thiamin. *Basrah Journal of Veterinary Research*, v. 6, n. 2, p. 151-155. 2007.
- LOH, T. C.; TAN, B. K.; FOO, H. L.; NORHANI, A.; ZULKIFLI, I. Relationships of Plasma and Very Low Density Lipoprotein Lipids and Subfractions with Abdominal Fat in Chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 24, n. 1, p. 82-87. 2011.
- LONSDALE, D. A Review of the Biochemistry, Metabolism and Clinical Benefits of Thiamin(e) and Its Derivatives. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v. 3, n. 1, p. 49-59, 2006.
- MINAG. *Situación de las actividades de crianza y producción en el Perú*. Aves Ministerio de Agricultura, Lima-Perú. 2010. Disponible en: <<http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/aves>>. Acceso en: 20 may. 2014.
- MITRUKA, B.; RAWNSLEY, H.; VADEHRA, B. *Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals*. Masson Publishing. USA, Inc. 140-142. 1977.
- NAVIDSHAD, B.; DELDAR, H.; POURRAHIMI, G. Correlation between serum lipoproteins and abdominal fat pad in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, v. 9, n. 35. p 5779-5783. 2010.
- NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington, D.C. USA.
- OLKOWSKI, AA; CLASSEN, HL. The effects of maternal thiamine nutrition on thiamine status of the offspring in broiler chickens. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, v. 69, n. 1, p 32-40. 1999.
- OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Energy utilization and growth performance of broilers receiving diets supplemented with enzymes containing carbohydrase or phytase activity individually or in combination. *British Journal of Nutrition*, v. 99, n. 03, p. 682-690. 2008.
- SAEZ, A. Efecto de la inclusión de cocarboxilasa en dietas de inicio de pollos de carne. 2011. 68p. Tesis (Bachiller). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- SOTOMAYOR A.; ZAMBRANO D. Déficit de Tiamina: Beriberi y Síndrome de Wernicke- Korsakoff. *Revista de Medicina*, v.13, n.2, p. 137-139. 2008
- TECK, C. L.; BEE, K. T.; HOOL, L. F.; ABDULLAH, N.; IDRUS, Z. Relationships of plasma and very low density lipoprotein lipids and subfractions with abdominal fat in chickens. *Asian – Australasian journal of animal science*, v.24, n.1, p. 82-87. 2011.
- TOHALA, S.H. The Relationship between blood lipid profile and performance of broilers fed two types of finisher diets. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, v.24, n.2, p.87-91. 2010.
- WANG, K.H; MUSA, H.H. The impact of obesity on serum biochemical components. *Journal of Cell and Animal Biology*, v.1, n.5, p.87-95. 2007.