

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE COCARBOXILASA EN LA DIETA  
SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y PERFIL LIPÍDICO EN  
POLLOS DE CARNE”

Presentado por:

**HÉCTOR RAÚL RIVERA DE LA TORRE**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2014

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, todo lo que tengo, y guiar mis pasos para conseguir mis metas propuestas.

A mis padres Oscar y Ernestina, por brindarme todo su amor, confianza y apoyo incondicional en cada uno de mis actos, todos los días mi vida.

## AGRADECIMENTOS

Al Dr. Carlos Vilchez Perales, por la generosidad de brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, por sus revisiones, paciencia y valiosa crítica del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Florencio Eusebio, por la oportunidad, facilidades, apoyo constante y la confianza depositada en mí para la realización de este trabajo de investigación.

A la empresa Los Sauces Representaciones S.A.C, por la oportunidad y el apoyo económico para llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

A la empresa Agropecuaria Pluma Blanca S.A.C, por la oportunidad, facilidades logísticas y la confianza brindada para realizar en sus instalaciones el presente trabajo de investigación.

A los señores Mario y Fausto por su constante apoyo y experiencia brindada en el manejo de los pollos durante toda la fase experimental.

A mi novia Elizabeth, compañera incondicional por su gran apoyo constante.

A mis amigos por su apoyo y buenos deseos.

A todas las personas, que de algún modo contribuyeran en la elaboración de la presente tesis, mi agradecimiento más sincero.

# ÍNDICE GENERAL

## Página

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1    Cocarboxilasa.....	3
2.2    Metabolismo y excreción de cocarboxilasa.....	4
2.3    Función biológica de la cocarboxilasa .....	5
2.3.1 Descarboxilación oxidativa del piruvato para formar acetil coenzima A .....	7
2.3.2 Descarboxilación oxidativa de $\alpha$ -cetoglutarato con formación de succinil-coenzima A en el ciclo de Krebs. ....	8
2.3.3 Reacciones de transcetolación en el ciclo de las pentosas fosfato. ....	9
2.4    Requerimiento de cocarboxilasa .....	10
2.5    Deficiencia de cocarboxilasa.....	12
2.6    Relación entre Cocarboxilasa – glucosa.....	13
2.7    Relación entre cocarboxilasa – perfil lipídico .....	14
2.8    Antecedentes de uso de cocarboxilasa .....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1    Lugar y duración .....	18
3.2    Instalaciones y equipos.....	18
3.3    Animales experimentales y distribución de las unidades experimentales.....	19
3.4    Producto evaluado .....	20
3.5    Tratamientos.....	20
3.6    Formulación y análisis químico proximal de las dietas experimentales .....	21
3.7    Manejo de las aves durante la crianza .....	28
3.8    Manejo alimenticio.....	29
3.9    Programa sanitario.....	29
3.10    Mediciones .....	31
3.10.1    Peso vivo y ganancia de peso .....	31
3.10.2    Consumo de alimento .....	31
3.10.3    Conversión alimenticia.....	31

3.10.4	Mortalidad .....	32
3.10.5	Índice de eficiencia europeo (IEE) .....	32
3.10.6	Nivel de glucosa .....	32
3.10.7	Perfil lipídico .....	33
3.10.8	Retribución económica del alimento .....	33
3.11	Diseño experimental y análisis estadístico .....	33
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>35</b>
4.1	Peso vivo y ganancia de peso .....	35
4.2	Consumo de alimento .....	38
4.3	Conversión alimenticia .....	38
4.4	Mortalidad .....	39
4.5	Índice de eficiencia europeo (IEE) .....	39
4.6	Nivel de glucosa sanguínea .....	40
4.7	Perfil lipídico .....	42
4.8	Retribución económica del alimento .....	43
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b><u>Cuadro</u></b>	<b><u>Página</u></b>
1. Dieta de Pre inicio (Granulado) (1-7 días).	22
2. Dieta de Inicio (Granulado) (8-10 días).	23
3. Dieta de Crecimiento (Polvo) (11-22 días).	24
4. Dieta de Engorde (Polvo) (23-28 días).	25
5. Dieta de Engorde (Pellet) (29-35 días).	26
6. Dieta de Acabado (Pellet) (36-42 días).	27
7. Contenido porcentual de proteína total de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio de investigación.	28
8. Programa de vacunación.	29
9. Antibióticos y vitaminas utilizados.	30
10. Parámetros productivos obtenidos con los tratamientos experimentales, en pollos de carne a los 42 días.	37
11. Comportamiento del nivel de glucosa y perfil lipídico de los tratamientos evaluados, en plasma de pollos a los 42 días.	41
12. Retribución económica del alimento para los tratamientos.	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b><u>Gráficos</u></b>	<b><u>Página</u></b>
1. Conversión de tiamina a Pirofosfato de tiamina (cocarboxilasa).	6
2. Sitios de acción de cocarboxilasa (TPP)	10

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b><u>Anexo</u></b>	<b><u>Página</u></b>
I. Ficha técnica del Glukogen C-40.	54
II. Requerimiento nutricional para pollos de carne Ross 308 (2009).	55
III. Parámetros productivos de la línea Ross 308 (Rendimiento macho)	56
IV. Registro de peso vivo semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	57
V. Registro de ganancia de peso semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	58
VI. Registro de consumo de alimento semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	59
VII. Registro de consumo de alimento acumulado (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	60
VIII. Registro de conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	61
IX. Registro de conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	62
X. Registro de mortalidad semanal y total para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	63
XI. Registro de mortalidad diaria (Nº de pollos muertos por día) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.	64
XII. Registro de índice de eficiencia europea para cada tratamiento.	66
XIII. Cantidad de alimento consumido por pollo en cada etapa para cada tratamiento.	67
XIV. Precio del alimento consumido por etapa para cada tratamiento.	68
XV. Precio de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas, durante la investigación.	69
XVI. Niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos para todos los tratamientos, obtenidos de la muestra de sangre tomada a los pollos a los 42 días de edad.	70
XVII. Niveles de HDL, LDL y VLDL para todos los tratamientos, obtenidos de la muestra de sangre tomada a los pollos a los 42 días de edad.	71

XVIII. Control de densidad (pollos/m <sup>2</sup> ) dentro del galpón, durante la investigación.	72
XIX. Control de temperatura interna dentro del galpón.	73

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la granja Rinconada 1, de la empresa Agropecuaria Pluma Blanca S.A.C, ubicada en el distrito de Carabayllo. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la inclusión de cocarboxilasa sobre los parámetros productivos y perfil lipídico, como una alternativa para sustituir parcialmente el nivel de aceite o grasa en las dietas para pollos de carne. Se utilizaron 11000 pollos machos de la línea Ross 308, distribuidos al azar, en tres tratamientos con cuatro repeticiones de 917 pollos por cada uno, colocados en un galpón convencional para cría de pollos. Los tratamientos evaluados fueron tratamiento control (T1), tratamiento con cocarboxilasa (T2), y tratamiento control negativo (T3). Las dietas se formularon con el programa Brill; fueron isocalóricas, a excepción del T3, ya que al no incluir cocarboxilasa era deficiente en 80Kcal. Se suministró agua y comida ad libitum. Se registró el peso vivo, la ganancia de peso, consumo de alimento, y mortalidad. Al finalizar el experimento se extrajeron muestras de sangre de cada repetición para determinar el nivel de glucemia y perfil lipídico. Los resultados muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), encontrándose mayor peso final y ganancia de peso para el tratamiento con cocarboxilasa (T2). Pero no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), entre los tres tratamientos, para los parámetros de consumo de alimento, conversión alimenticia, IEE, nivel de glucosa y perfil lipídico. Se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), entre el tratamiento control (T1) y tratamiento control negativo (T3) para los parámetros de mortalidad y nivel de triglicéridos en plasma sanguíneo. Al final del experimento se obtuvo una mejor retribución económica por pollo logrado, para el tratamiento con cocarboxilasa (T2).

## ABSTRACT

This research was conducted in the premises of the Rinconada one farm, Agropecuaria White Feather SAC, located in the district of Carabayllo. The aim of this study was to determine the effect of the inclusion of cocarboxylase on performance and lipid profile as an alternative to partially replace the oil level or grease in diets for broilers. 11000 male chickens of Ross 308 randomly distributed into three treatments with four replicates of 917 chickens each, placed in a conventional barn for rearing chickens were used. The treatments were control treatment (T1), cocarboxylase treatment (T2), and negative control (T3) treatment. Diets were formulated with Brill program; were isocaloric, with the exception of T3, since it does not include cocarboxilasa was deficient in 80Kcal. Food and water ad libitum. Live weight, weight gain, feed intake, and mortality was recorded. At the end of the experiment blood samples from each replicate were extracted to determine the level of blood glucose and lipid profile. The results show significant differences ( $P < 0.05$ ), with higher final weight and weight gain for treatment with cocarboxylase (T2). But no significant difference ( $P > 0.05$ ) among the three treatments, the parameters for feed intake, feed conversion, IEE, glucose and lipid profile were found. Significant difference ( $P < 0.05$ ) was found between the control treatment (T1) and negative control (T3) for mortality parameters and level of triglycerides in blood plasma treatment. At the end of the experiment better economic return for chicken managed to cocarboxilasa treatment (T2) was obtained.

**KEY WORDS:** Cocarboxylase, broiler chickens, oil level, weight gain, glucose, lipid profile.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura en el Perú hace varios años se viene desarrollando en forma creciente, debido a que es una de las fuentes de proteína más económica que existe en el mercado nacional. Convirtiéndose así, en la actividad pecuaria de mayor crecimiento del país. Esto ha sido posible gracias a las empresas avícolas, pasando a ver este sector como una producción industrial. Por este motivo, el sector avícola está en constante búsqueda de nuevas formas de aumentar su productividad y obtener mayor rentabilidad en su producción.

Por otro lado, las constantes alzas en los últimos años de los precios de la materia prima, principalmente de los insumos alimenticios, los cuales representan un alto porcentaje del costo de producción de las empresas avícolas; hacen necesaria la búsqueda de nuevas formas de optimizar las dietas para obtener mayores beneficios económicos. En esta búsqueda se realizan constantes investigaciones en el campo de los aditivos, para su inclusión en las dietas. Uno de estos aditivos, son las coenzimas; se busca cubrir la insuficiencia de la producción de coenzimas responsables en las reacciones energéticas para su adecuado funcionamiento en la utilización estratégica de la energía procedente de la digestión o reservas tisulares y que están disponibles al metabolismo.

Esta investigación se centra en la utilización de la coenzima cocarboxilasa, derivada de la vitamina B1, debido a que se presenta como una alternativa que podría complementar o sustituir parcialmente a las fuentes energéticas, principalmente aceite. Anteriormente Hernández (2005), demostró con la adición On top de Cocarboxilasa, en dietas de pollos criados en jaulas hasta los 42 días, mejoraba la ganancia de peso y peso final de los pollos. Por otra parte, Saez (2011), realizó estudios sobre la inclusión de diferentes niveles de Cocarboxilasa Intra-formula, en dietas de pollos hasta los 21 días criados en jaulas, donde no se encontraron diferencias entre los tratamientos para los parámetros zootécnicos.

La Cocarboxilasa mejora la utilización de la energía procedente de la digestión y actúa como optimizador de energía metabolizable, debido a su apoyo en la producción de energía y sus efectos principalmente a nivel de la mitocondria, actuando en el ciclo de Krebs y proporcionando energía a todas las células del organismo.

Por otra parte, el perfil de lípidos en sangre tiene un papel importante en el rendimiento y la calidad de la carcasa en los pollos de engorde. El exceso de acumulación de grasa corporal en los pollos es ahora la preocupación de los productores y consumidores. 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 de su comida. 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.

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, retribución económica, nivel de glucosa y perfil lipídico con la inclusión Intra-formula de cocarboxilasa en dietas de pollos de carne (1-42 días de edad), como remplazo de fuentes energéticas (aceite).

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 COCARBOXILASA

La cocarboxilasa, también llamada Pirofosfato de Tiamina (TPP) o Difosfato de Tiamina; es una coenzima que interviene en diferentes puntos del metabolismo energético, y se produce naturalmente a partir de la Vitamina B1 (Tiamina). Esta vitamina consiste en una molécula de pirimidina y una molécula de tiazol unidos por un puente de metileno, que contiene tanto átomos de nitrógeno y azufre. En el organismo se encuentra en la forma de coenzima como cocarboxilasa.

La cocarboxilasa es un sólido de coloración blanca, en forma de agujas finas de aspecto estrellado; tiene un olor sulfuroso característico y un sabor ligeramente amargo. Su peso molecular es de 460,79 Daltones; es muy soluble en agua e insoluble en etanol, acetona, éter y benceno. Es estable en seco, pero la humedad acelera en gran medida su destrucción y en soluciones ácidas resiste temperaturas hasta de 100 °C sin modificación en su estructura o funciones biológicas; pero es inestable a pH alcalino, en cuyas condiciones reacciona químicamente provocando apertura del anillo tiazol, destruyendo con esto su actividad biológica. (Bautista, 2002; Bautista, 2005)

La cocarboxilasa es una coenzima indispensable en el metabolismo de los carbohidratos, las grasas y las proteínas. En condiciones normales, es la responsable del funcionamiento adecuado en la utilización estratégica de la energía procedente de la digestión o de las reservas tisulares, y que están disponibles al metabolismo. Ya que principalmente participa en la catálisis de reacciones importantes dentro de los ciclos energéticos, mediante la producción de ATP.

## 2.2 METABOLISMO Y EXCRECIÓN DE COCARBOXILASA

Por la vía oral pasa libremente y sin modificación estructural al ser reconocido como un lípido más de la dieta. Una vez en el yeyuno, se mezcla con la bilis y las secreciones pancreáticas, preparándose para ser absorbido. El mecanismo de absorción de la tiamina no se entiende todavía completamente, pero parece que utiliza el transporte activo para concentraciones menores de 2  $\mu\text{M}$ . Por otra parte también utiliza difusión simple a concentraciones altas, se difunde pasivamente a través de la pared intestinal. Después de ser absorbido pasa directamente a la circulación porta, dirigiéndose al hígado como primera instancia. (Cáceres, 1997)

La fosforilación de la Tiamina puede tener lugar en la mayoría de los tejidos, pero especialmente en el hígado. Cuatro quintas partes de esta en los animales es fosforilada en el hígado por la acción del ATP para formar la forma de coenzima Cocarboxilasa, que es la forma metabólicamente activa de la vitamina B1. De la Tiamina corporal total, aproximadamente el 80% es Cocarboxilasa, el 10% es Tiamina Trifosfato (TTP), y el resto es el Monofosfato de Tiamina (TMP) y Tiamina libre. (Cáceres, 1997).

Aunque esta vitamina se absorbe y se transporta a las células de todo el cuerpo fácilmente, no se almacena en grandes cantidades. Durante deficiencias, se retiene en grandes cantidades en los órganos principales, tales como el hígado, corazón, cerebro y riñones. A pesar que los tejidos del hígado y riñón tienen las concentraciones más altas de Tiamina, aproximadamente la mitad del total de las reservas corporales de estas, están presentes en el tejido muscular (Tanphaichir, 1976). La Vitamina B1, sin embargo, es una de las vitaminas mal almacenadas en el organismo. La mayoría de los mamíferos con una dieta deficiente agotarán sus reservas corporales en una semana o dos semanas. (Ensminger et al. 1983).

Ingestas superiores a las necesidades actuales se excretan rápidamente por vía renal. Donde se ha reportado la presencia de Tiamina, Cocarboxilasa, Disulfato de Tiamina, Pirimidina y otros 20 a 30 metabolitos de esta vitamina. La excreción aumenta cuando la ingesta dietética o la administración parenteral incrementan, pudiendo encontrarse Tiamina fecal que puede proceder de alimentación, la síntesis por microorganismos o fuentes endógenas (es decir, a través de la bilis o la excreción a través de la mucosa del intestino grueso).

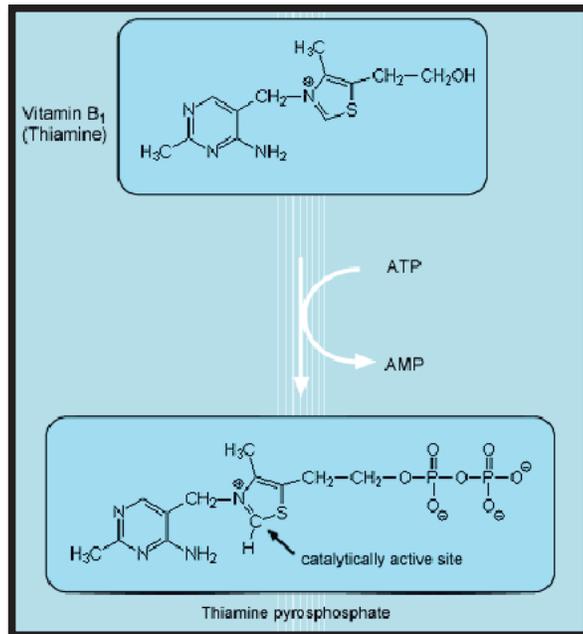
Cuando se administra en grandes dosis, la excreción urinaria primero aumenta, luego alcanza un nivel de saturación, y con un adicional, la concentración fecal aumenta considerablemente (Bräunlich y Zintzen, 1976; Machlin, 1990; Said et al. 1999)

### **2.3 FUNCIÓN BIOLÓGICA DE LA COCARBOXILASA**

La cocarboxilasa ayuda a mantener la energía necesaria por el organismo mediante la producción de ATP, debido a su participación en el metabolismo de los glúcidos; es decir, optimiza el uso de glucosa para que se lleven a cabo las funciones celulares como son la biosíntesis de proteínas, contracción muscular, transporte activo, etc., y con esto se mantenga la estructura celular, el buen funcionamiento de los tejidos y por lo tanto todo el organismo. La cocarboxilasa actúa constantemente en el ciclo de Krebs, en las mitocondrias de cualquier tipo de célula; tanto de las neuronas como en las células musculares, corazón, hígado, riñones, páncreas, linfocitos, macrófagos, etc., ya que todas poseen mitocondrias y llevan a cabo un metabolismo energético constante para mantener la homeostasis del organismo.

No se ha determinado una función específica en el organismo donde actué la Vitamina B1 en su forma libre; por lo tanto para realizar su función biológica requiere pasar por un proceso de activación, catalizado por la enzima Pirofosfoquinasa de Tiamina dependiente de energía, esta enzima se ha identificado en el hígado y en el encéfalo. En este proceso, se unen dos fosfatos de alta energía a la Tiamina, biotransformándose en Cocarboxilasa o Pirofosfato de Tiamina. (Mayes, 1997; Hicks, 2006).

Gráfico 1. Conversión de tiamina a Pirofosfato de tiamina (cocarboxilasa)



Fuente: Universidad Federal de Pelotas- Departamento de Bioquímica (2006)

La cocarboxilasa puede ser considerada como una coenzima portadora de aldehídos activados. Su mecanismo de acción es por medio de la formación de un carbanión en el anillo tiazólico al soltar este un protón, enseguida este carbanión se une a los grupos cetos, debido al diferencial de carga positivo en el carbanión ceto y este diferencial de carga negativo en el oxígeno electronegativo. Una vez formado el producto este pierde el CO<sub>2</sub>, quedando el 2-hidroxiethyl derivado, abandonando la coenzima como un aldehído y quedando esta última inalterada como al principio.

La explicación general se relaciona con la 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, preponderantemente el organismo lo almacena como reserva por considerar que no tiene la capacidad suficiente para procesarla. También una parte de ella puede provenir de las reservas tisulares ante la exacerbación de los requerimientos como sucede en el estrés y la enfermedad. (kluger, 2009)

Existen diversas situaciones de stress, en las cuales se consumen grandes cantidades de Cocarboxilasa y por lo tanto, la producción de la energía se encuentra disminuida. Es por ello que la aplicación de la Cocarboxilasa exógena es indispensable para recuperar nuevamente el metabolismo celular.

La cocarboxilasa es una coenzima muy importante al intervenir en varias reacciones del metabolismo de los hidratos de carbono como:

### **2.3.1 Descarboxilación oxidativa del piruvato para formar acetil coenzima A**

En este ciclo, los productos de descomposición de los carbohidratos, grasas y proteínas se unen para mayor descomposición y síntesis de otras sustancias. La cocarboxilasa es la coenzima esencial para todas las descarboxilaciones enzimáticas de  $\alpha$ -cetoácidos. Por lo tanto, funciona en la descarboxilación oxidativa del piruvato a acetato, que a su vez se combina con la coenzima A (CoA) para la entrada en el ciclo del ácido tricarboxílico. En realidad, la descarboxilación oxidativa se realiza por un complejo multienzimático de la membrana mitocondrial, denominado Piruvato deshidrogenasa; cataliza la conversión de piruvato, CoA y adenina oxidado ( $\text{NAD}^+$ ), hasta Acetil CoA, NADH y bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Este complejo enzimático está compuesto por tres enzimas: Piruvato descarboxilasa cuya coenzima es Pirofosfato de Tiamina, Dihidrolipoil transacetilasa asociada al ácido lipoico, y Dihidrolipoil deshidrogenasa asociada al Flavín Adenín Dinucleótido, encargada de reoxidar el ácido Lipoico. (Strumilo y Czernieck, 1999).

La primera fase para la reacción de este complejo multienzimático consiste en la saturación completa con Cocarboxilasa, esto se logra cuando cada molécula de Piruvato deshidrogenasa está unida a dos moléculas de la coenzima, sin embargo, se ha encontrado que un incremento en la concentración de Cocarboxilasa, provoca cambios conformacionales y funcionales en el complejo, incrementando la velocidad de reacción de este, disminuyendo la  $K_m$  para el piruvato en 4 veces, con un coeficiente de Hill de 1. Se ha encontrado que una concentración aproximadamente de 0,2 mM de Cocarboxilasa, es la

óptima para incrementar la actividad del complejo Piruvato deshidrogenasa. (Lehninger, 1995; Strumillo et al.1999; Hicks, 2006)

Por otra parte, cuando ocurre algún fenómeno hipóxico o hipovolémico, se bloquea la actividad del complejo Piruvato deshidrogenasa y otros complejos enzimáticos, la célula desvía la producción de energía hacia la glucólisis anaerobia y aquí la Cocarboxilasa también puede actuar, ya que forma parte de un complejo enzimático que descarboxila al piruvato; paso relevante para entrar al ciclo de los ácidos tricarboxílicos, simplificando la acción de la Piruvato deshidrogenasa (Khemelevsrx y Kornts-Kaya, 1987). La cocarboxilasa también actúa como donador de pirofosfato, mecanismo que permite mantener la estabilidad de los canales de la membrana plasmática y aún en condiciones de hipoxia, logra mantener la producción de energía a pesar de las condiciones desencadenadas, revirtiendo la acidosis metabólica (Abeles, 1992 y Werner, 1992)

### **2.3.2 Descarboxilación oxidativa de $\alpha$ -cetoglutarato con formación de succinil-coenzima A en el ciclo de Krebs.**

El ciclo del ácido tricarboxílico es responsable de la producción de energía en el cuerpo. Durante este ciclo, la cocarboxilasa interviene en la descarboxilación del ácido  $\alpha$ -cetoglutarato para la formación irreversible de succinil CoA. En esta reacción interviene un complejo enzimático llamado  $\alpha$ -cetoglutarato deshidrogenasa, análogo al del Piruvato. Este complejo multienzimático también, está compuesto por tres enzimas:

Alfacetoglutarato deshidrogenasa cuya coenzima es Pirofosfato de Tiamina, Dihidrolipoil succinil transferasa asociada a cofactores CoA y al ácido Lipoico, y Dihidrolipoil deshidrogenasa asociada al Flavín y Adenín dinucleótido y encargada de reoxidar el ácido lipoico. Este complejo enzimático favorece las reacciones del ciclo ácido tricarboxílico en el sentido de la cadena respiratoria (Booth y Khalifah, 1996).

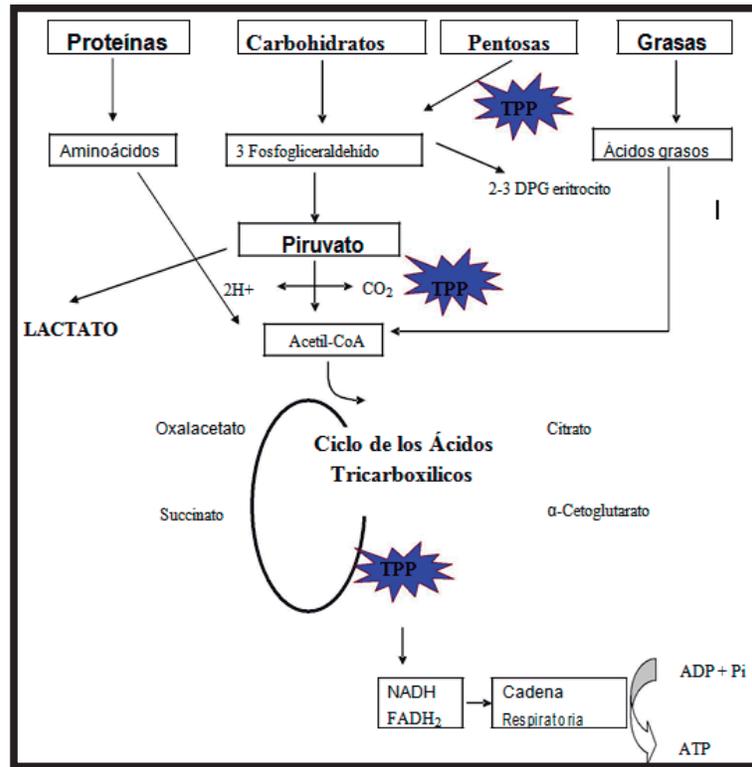
### **2.3.3 Reacciones de transcetolación en el ciclo de las pentosas fosfato.**

El ciclo de las pentosas fosfato es el único mecanismo conocido para la síntesis de ribosa, siendo necesaria para la formación de nucleótidos. Este ciclo también produce la reducción de la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADPH), que es esencial para la reducción de compuestos intermedios del metabolismo de hidratos de carbono, así como para la biosíntesis de ácidos grasos y otros compuestos. Esta vía metabólica de las pentosas es utilizada como vía derivada o alternativa para la oxidación de glucosa.

La reacción de la enzima Transcetolasa es parte de la vía no oxidativa directa del metabolismo de glucosa dentro de este ciclo; es una enzima que necesita de Cocarboxilasa y un ion divalente para ejercer su actividad catalítica. La Tiamín transcetolasa reacciona con los cetoazúcares para romper el enlace entre C2 y C3, para formar el producto intermedio Pirofosfato de Tiamina glicolaldehído, el cual es transformado después al correspondiente aldehído aceptor. Por medio de las pentosas se produce gliceraldehido- 3-fosfato que también es metabolito de la glucólisis, en este punto de convergencia entre estas dos rutas metabólicas, se encuentra la Transcetolasa, enzima que cataliza la reacción entre xilulosa-5-fosfato y la eritrosa-4-fosfato, obteniendo como productos a la fructuosa-6-fosfato y el gliceraldehido-3-fosfato.

La actividad de esta vía metabólica es baja en músculo esquelético e hígado, pero muy alta en el tejido adiposo, glándulas mamarias, corteza adrenal y eritrocitos. La importancia de esta vía metabólica en el metabolismo de los carbohidratos es tal, que en algunas especies de animales, el 35 por ciento de la glucosa son metabolizados por esta vía. (Mayes, 1997; Shenk et al. 1998)

Gráfico 2. Sitios de acción de cocarboxilasa (TPP)



Fuente: Torres, S. División de ciencias biológicas y de la salud. México. (2002)

## 2.4 REQUERIMIENTO DE COCARBOXILASA

Para las aves de corral, se ha estimado que la tasa de recambio es relativamente alta. En general para las diferentes especies de aves de corral los requisitos mínimos de cocarboxilasa generalmente oscilan entre 0,8 y 2,0 mg/Kg de alimento (NRC, 1994); ó 0,5 y 1.8 mg/Kg de alimento (FEDNA, 2008); esta cantidad es rápidamente destruida en 24 horas. Ahora bien, debido a que la Cocarboxilasa juega un papel importante en el metabolismo intermediario; una forma más específica de calcular los requerimientos de tiamina es en base a la dieta, esto es, por cada 1000 calorías consumidas en los alimentos se necesitan 0.2 a 0.23 mg de cocarboxilasa. Por otra parte, el riesgo de intoxicación en pollos por un exceso de Tiamina es raro ya que para que esto suceda se tiene que dosificar 700 veces la dosis mínima recomendada.

Estos requerimientos de cocarboxilasa pueden verse afectados por varios factores fisiológicos y fisiopatológicos que tienen alguna intervención con esta vitamina. Estos factores pueden ser los niveles de energía de la dieta, especialmente cuando contienen niveles altos de carbohidratos, porque la necesidad de Cocarboxilasa aumenta cuando el consumo de carbohidratos aumenta; debido a las funciones que tiene dicha coenzima en el metabolismo de los mismos. El tamaño, los factores genéticos y el estado metabólico también afectan los requerimientos de Cocarboxilasa. Además, a medida que el animal envejece, es necesario aumentar la cantidad de vitamina B1 en la dieta porque la eficiencia en la utilización de esta vitamina disminuye (Olkowski, 1996). Los estados físicos o fisiológicos como la producción y el estrés, aumenta las necesidades de Tiamina, incluso variaciones en la temperatura del ambiente ya sea un aumento o una disminución es capaz de incrementar las necesidades. (Machlin, 1990; Lumbert, 2003)

En condiciones de enfermedad también resulta en aumento de las necesidades de Tiamina. Del mismo modo, las condiciones tales como diarrea y mala absorción aumentan su requerimiento. Los endoparásitos como estrombilidos y coccidia compiten con el anfitrión por Tiamina contenida en el alimento. Se ha demostrado experimentalmente que la infección por coccidios resulta en una considerable reducción de los niveles sanguíneos de esta vitamina; estos niveles encontrados estaban directamente correlacionados con la gravedad de la infección (Sotomayor y Zambrano, 2008).

La utilización de la vitamina B1 disponible en el alimento puede ser limitada y afectada por algunos antagonistas, como las Tiaminasas, presentes en pescados en mal estado y hongos, pueden producir síntomas de deficiencia de Tiamina (Fritz et al. 1973). Además, las sustancias no nutritivas añadidas intencionalmente a las dietas a veces son motivo de preocupación, como el coccidiostato Amprolio, un antimetabolito de Tiamina, este inhibe su absorción intestinal y también bloquea la fosforilación de la vitamina (Cáceres, 1997; Sotomayor y Zambrano, 2008). De las Tiaminasas, se conocen varios, pero sólo la Oxitiamina y la Piritiamina han sido bien estudiados. Su modo de acción es la inhibición competitiva, interfiriendo con la Vitamina B1 en diferentes puntos del metabolismo. La Piritiamina bloquea la esterificación de Tiamina con el ácido fosfórico, lo que resulta en la inhibición de la coenzima cocarboxilasa. La Oxitiamina cambia la estructura de la vitamina al sustituirse un grupo amino (NH<sub>2</sub>) por uno hidroxilo (OH), compitiendo de esta forma

con el TPP en los sistemas enzimáticos; inhibe competitivamente la unión de esta al complejo carboxilasa.

El secado y el procesamiento pueden reducir las concentraciones de Tiamina disponible en los alimentos debido a que esta es lábil al calor. Además, la estabilidad de la vitamina en premezclas de alimentación puede ser un problema. Más del 50 por ciento de la vitamina B1 fue destruido en premezclas después de un mes a temperatura ambiente (Verbeeck, 1975). Cuando la vitamina B1 estaba en premezclas sin minerales, no se encontraron las pérdidas cuando se mantienen a temperatura ambiente durante seis meses. Sin embargo, premezclas de vitaminas que contienen colina y minerales experimentan problemas con la inestabilidad.

Para las aves de corral con dietas típicas, por ejemplo maíz y soya, la Tiamina es una de las vitaminas del grupo con menos probabilidades de ser deficientes. Aunque los niveles de esta vitamina suministrados por el alimento se consideran en general adecuados para las aves de corral; la deficiencia de Tiamina y su insuficiencia se ha observado en aves de corral en condiciones de producción comercial. La experiencia de campo y las investigaciones mostraron que, si bien las cantidades de vitamina B1 suministrados por los alimentos en dietas de maíz y soya cumplen el requerimiento mínimo para pollos de engorde, agregando suplementos de esta vitamina a estas raciones se mejora la tasa de crecimiento y la conversión alimenticia (Cáceres, 1997; Serrano y Valencia, 2013). En consecuencia, a pesar que los niveles de Tiamina en el alimento para aves pueden ser suficientes para cumplir con los requerimientos, en dietas prácticas es recomendable su suplementación.

## **2.5 DEFICIENCIA DE COCARBOXILASA**

Las aves de corral son más susceptibles a los efectos neuromusculares de deficiencia de Tiamina que la mayoría de los mamíferos. En los pollos y pavos, hay una pérdida de apetito, emaciación, deterioro de la digestión, debilidad general, opistótonos o convulsiones frecuentes y en consecuencia, una disminución del crecimiento. De todos los nutrientes una deficiencia de esta vitamina tiene el efecto más marcado sobre el apetito. Los animales que consumieron una dieta baja en vitamina B1, pronto muestran anorexia

grave al perder todo interés en la comida y no volver a comer. Pollos alimentados con muy baja cantidad de esta (0,4 mg por kg, 0,18 mg por libra) sobrevivieron durante siete a 10 días, al parecer, sólo unos días después de que se agota el suministro de Tiamina en el saco vitelino (Serrano y Valencia, 2013). Anomalías cardíacas también se han reportado en forma aguda en pollitos con deficiencia de Vitamina B1 (Sotomayor y Zambrano, 2008).

En las aves la enfermedad más frecuente es la polineuritis, representa una etapa tardía de la deficiencia de Tiamina resultante de una neuritis periférica, causada por la acumulación de los productos intermedios del metabolismo de los hidratos de carbono. La comparación de los signos de deficiencia en varias especies, se observa que los trastornos que afectan al sistema nervioso central son los mismos en todas las especies. Esto se explica, debido a que en los animales, el cerebro cubre su requerimiento de energía principalmente por la degradación de la glucosa y por lo tanto depende de reacciones bioquímicas donde la vitamina B1 juega un papel clave. (Thornton y Shutze, 1960)

## **2.6 RELACIÓN ENTRE COCARBOXILASA – GLUCOSA**

La glucosa es el monosacárido que se encuentra en mayor concentración en las aves, su metabolismo puede seguir tres procesos diferentes; el primero consiste en su degradación por medio de procesos oxidativos para la producción de energía en forma de ATP. Otro está relacionado con su conversión en compuestos diferentes que a su vez son precursores de metabolitos más especializados y la última posibilidad implica el almacenamiento, ya sea como glucógeno o transformación a triglicéridos. (Mc Donald, 2006)

La oxidación de la glucosa se lleva a cabo principalmente por medio de las rutas catabólicas oxidativas de glucólisis, ciclos de los ácidos tricarboxílicos, cadena respiratoria y el ciclo de las pentosas. Estos procesos comprenden una serie de reacciones biocatalizadas por enzimas, que requieren para su actividad catalítica la presencia de cofactores y coenzimas. Estas coenzimas son pequeñas moléculas comparadas con los complejos enzimáticos, pero que han demostrado tener la capacidad para acelerar o retardar las reacciones biológicas en donde actúan. (Mayes, 1997; Church, 2003; Lumbert 2003; Mc Donald, 2006).

La oxidación del piruvato hasta acetyl-CoA establece la conexión entre glucólisis y el ciclo de Krebs, pero esta reacción es catalizada por el complejo Piruvato deshidrogenasa, en cuya actividad participa la Cocarboxilasa, que ha demostrado tener un efecto sobre el complejo multienzimático, disminuyendo su actividad cuando existen deficiencias de la coenzima, o incrementándola en presencia de concentraciones mayores. Una deficiencia de esta coenzima provoca disminución en la afinidad del complejo por el piruvato, y con ello su velocidad de oxidación se reduce proporcionalmente a la deficiencia de Cocarboxilasa; provocando un incremento en las concentraciones de piruvato, siendo así, este se reduce hasta lactato, favoreciendo con ello una acidosis láctica. (Voet y Voet, 1995; Mayes, 1997; Church, 2003; Lummbert, 2003). Por lo tanto, a mayor producción de ácido pirúvico, mayor necesidad de la coenzima Cocarboxilasa, ya que esta lo descarboxila impidiendo su acumulo o piruvicemia y lactacidemia, debido a que permite el inicio del ciclo de Krebs en las mitocondrias de la células para la completa oxidación de la glucosa, cuyo resultado final es la producción de energía como ATP.

Por otra parte, el nivel normal de glucosa circulante en el plasma sanguíneo para los pollos de engorde es 152 a 182 mg/dl (Mitruka, 1977)

## **2.7 RELACIÓN ENTRE COCARBOXILASA – PERFIL LIPÍDICO**

La capacidad de síntesis de glucosa o glucógeno tiene un límite en las células; el hígado, es el órgano de mayor capacidad en este sentido, puede llegar a almacenar no más de un 10% de su peso húmedo en glucógeno. Esta circunstancia resulta favorable para el almacenamiento de los excedentes de la dieta se desvíe hacia la síntesis de ácidos grasos y grasas neutras principalmente, cuya capacidad de almacenamiento es mayor. Toda cantidad de alimento que excede los requerimientos del organismo, de acuerdo con el trabajo que este desempeña, se almacena principalmente en el tejido adiposo en forma de grasa.

Los lípidos son importantes por su elevado valor energético. Dentro de las principales funciones de los lípidos, cabe mencionar son fuente de energía metabólica (ácidos grasos y cuerpos cetónicos); oxidación para producir ATP, (fuente de energía directa); deposición en el tejido adiposo como triglicéridos (fuente de energía potencial); también cumplen una función estructural, principalmente formando parte de las membranas (fosfolípidos y

glucoesfingolípidos). En las aves, la digestión y transporte hasta el hígado de los lípidos difiere en gran manera con los mamíferos; los triglicéridos se almacenan especialmente en los hepatocitos, yema de huevo o en el tejido adiposo. De hecho, el tejido adiposo de las aves, tiene una capacidad de lipogénesis muy limitada, y la mayoría de grasa acumulada proviene directamente de la dieta o de la sintetizada en el hígado (Griffin et al. 1991); y es transportada mediante lipoproteínas ricas en triglicéridos.

Las lipoproteínas realizan tres funciones principales: transportar las grasas de la dieta desde la mucosa intestinal, donde son absorbidas, hacia los tejidos del organismo animal; esta función la desempeñan los portomicrones, en las aves; transportan los triglicéridos desde el hígado hacia el resto de los tejidos del cuerpo, para almacenarse y ser oxidados en la obtención de energía (Osorio, 2011). Las responsables de esta acción son las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Una vez que las VLDL liberan los triglicéridos en los tejidos, los restantes constituyentes son devueltos al hígado en la forma de IDL y también LDL; actúan como mediador en el transporte inverso del colesterol. Las lipoproteínas de alta densidad HDL, y en las LDL, devuelven al hígado el exceso de colesterol formado en los tejidos extrahepáticos. Por consiguiente, el contenido de grasa corporal en los pollos de engorde está muy relacionado con los triglicéridos transportados por las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (Whitehead y Griffin, 1982; Griffin et al. 1992); los cuales pueden ser alterados con el tipo de dieta o aditivos suministrados. Por tanto, un aumento en la concentración de VLDL debe estar íntimamente relacionado con un incremento en la deposición de grasa. En pollos de engorde jóvenes, alrededor del 80 – 85% de los ácidos grasos que se acumulan en el tejido adiposo se derivan de los lípidos plasmáticos (Griffin et al. 1992)

Además, en un estudio sobre los pollos mostraron que el total de colesterol en la sangre se correlacionó positivamente con la lipoproteína de alta densidad (HDL) y lipoproteínas de baja densidad (LDL). Del mismo modo, los triglicéridos se correlacionaron positivamente con la HDL y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Por otra parte, la cantidad de grasa abdominal en pollos de engorde se correlaciona positivamente con algunos índices bioquímicos del suero. (Hernier, 1997).

El hígado es el órgano central para la interconversión y metabolismo de la biosíntesis de ácidos grasos y los triglicéridos. La síntesis de ácidos grasos se lleva a cabo en el citosol de las células activas y el producto activo para la síntesis es el acetil CoA proveniente de la glucosa, vía glucólisis. El acetil CoA se sintetiza en el interior de las mitocondrias pero no puede salir hacia el citosol, por lo que se condensa con el oxalacetato que se difunde hacia el citosol. (Mayes, 1997, Mc Donald, 2006, Wang, 2007; Tohala, 2010). En condiciones normales, cuando las concentraciones de acetil CoA aumentan (balance de energía positivo), el exceso de citrato sale de la mitocondria convirtiéndose en precursor citosólico de acetil CoA y actuando como señal alostérica para la activación de la enzima acetil CoA carboxilasa, estimulando así la síntesis de lípidos (Lehninger, 1995).

La cocarboxilasa además de estar involucrada en el metabolismo de carbohidratos, también lo está en la síntesis de lípidos en la lipogénesis y lipólisis. Para las aves, el sustrato principal para la síntesis de ácidos grasos es la glucosa, el exceso de estos sustratos son los que promueven a la síntesis de los ácidos grasos. Además, el crecimiento de los depósitos lipídicos es consecuencia del crecimiento corporal global o de un exceso en la ingestión de energía. 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.

Por otra parte, el rango de valores fisiológicos del perfil lipídico circulante en el plasma sanguíneo de pollos de engorde es: colesterol total 115-157 mg/dl, triglicéridos 81-96 mg/dl, HDL 88-114 mg/dl, LDL 18-42 mg/dl y VLDL 4-7 mg/dl. (Osorio, 2012; Talebi, 2006)

## **2.8 ANTECEDENTES DE USO DE COCARBOXILASA**

En avicultura, Hernández (2005), evaluó el efecto de la suplementación con Cocarboxilasa en el alimento sobre los parámetros productivos en pollos de engorde criados en jaulas, obteniendo que la adición On top de cocarboxilasa en dosis de 2g/Kg/pollo/día produce diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso y peso de carcasa de los pollos. Además para los parámetros de mortalidad y consumo de alimento no encontró diferencias significativas en comparación con el tratamiento control.

En esta misma especie, Saez (2011), evaluó cuatro niveles de inclusión de Cocarboxilasa, como reemplazo de una fuente energética, en dietas de inicio de pollos de carne criados en jaulas, hasta los 21 días de edad. Con un nivel de reemplazo energético de 120 Kcal de energía metabolizable/Kg de alimento. Obteniendo que el tratamiento 1 (0 % de inclusión de cocarboxilasa), no tiene diferencia significativa sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia en comparación a los otros tres niveles de inclusión de esta coenzima. Pero si se obtuvieron diferencias significativas en el nivel de consumo de alimento, siendo mayor el consumo para el tratamiento con mayor nivel de inclusión de Cocarboxilasa (Tratamiento 4, nivel de inclusión 0.18%). Además demostró mediante el consumo de alimento, el contenido energético promedio en los diferentes niveles de inclusión, era de 95000 Kcal de energía metabolizable/Kg de producto.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR Y DURACIÓN**

La fase experimental del trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la granja avícola - Rinconada 1, de propiedad de la empresa Agropecuaria Pluma Blanca S.A.C. Ubicado en carretera a Huarangal km 6, fundo La Molina-San Diego, en el distrito de Carabayllo, provincia de Lima. Tuvo una duración de 42 días, comprendidos desde el 21 de Marzo hasta el 02 de Mayo del 2013.

La preparación de las dietas se realizó en la planta de alimentos balanceados de la empresa, ubicada en el distrito de Puente Piedra. La incubación de los pollos se realizó en la incubadora de la misma empresa, ubicada al lado de la planta de alimentos de la misma.

#### **3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS**

La crianza de los pollos se realizó en un galpón, cuya área total es de 1524 m<sup>2</sup>, con dimensiones de 12.7 m de ancho y 120 m de largo, estando el eje mayor orientado de Este a Oeste. Las paredes laterales eran de cortinas para evitar los vientos fuertes, así como el ingreso de cualquier animal extraño como roedores, perros, palomas u otro vector de transmisión de enfermedades. Se instalaron 12 unidades experimentales, divididas entre ellas por planchas de nordex durante las tres primeras semanas y luego cambiadas por mallas de polipropileno; cada corral contó al final de la campaña de producción con un área de 127 m<sup>2</sup>. El piso fue cubierto primero una capa de cascarilla de arroz y recubierto encima por otra capa de viruta roja, para formar la cama de las aves.

El microclima interno se preparó dos días antes que lleguen los pollitos BB, utilizándose bebederos tongos de plástico, bebederos tipo campana, bandejas de alimento de plástico y comederos infantiles que posteriormente fueron reemplazados por comederos tolva de aluminio.

Se utilizaron campanas a gas, estuvieron encendidas durante todos los días de la primera semana y fue disminuyendo paulatinamente las horas de encendido conforme el pollo aumentaba de edad hasta el día 20, donde fueron retirados totalmente. Se utilizaron 3 termómetros ambientales. La temperatura de recepción fue 32 °C y fue disminuyendo paulatinamente hasta llegar a los 20 °C en la última semana. (Se muestra en el Anexo XIX)

Para el pesado de los animales se utilizaron 2 tipos de balanzas: la primera tenía 2 Kg de capacidad, con 1g. de aproximación; la cual fue utilizada durante las dos primeras semanas de edad de los pollos. Para las semanas restantes se utilizó dos balanzas de 10 Kg de capacidad cada una, con 10g. de aproximación.

### **3.3 ANIMALES EXPERIMENTALES Y DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 11000 pollos BB machos de 1 día de edad, de la línea genética Ross 308, obtenidos de la incubadora de la misma empresa. Los animales fueron distribuidos al azar en cuatro repeticiones para cada uno de los tres tratamientos, formando 12 unidades experimentales de igual tamaño con 917 pollos para cada unidad. Se mantuvo homogeneidad de condiciones para todas las unidades experimentales en lo referente a manejo y sanidad de los animales.

### **3.4 PRODUCTO EVALUADO**

El producto evaluado en este trabajo de investigación es el suplemento coenzimático Glukogen C-40, (marca registrada por NUTRITECH de México S.A); cuyo principio activo está basado en su contenido de Cocarboxilasa. La ficha técnica del producto se presenta en el Anexo I.

La cocarboxilasa es un optimizador de energía metabolizable de alta eficiencia, debido a su intervención en diferentes puntos del metabolismo energético.

Según las indicaciones técnicas del producto su aporte energético para aves, es equivalente a 80,000 Kcal de energía metabolizable por Kg de producto. La dosis de uso utilizada fue de 0.1%, proporcionando 80 Kcal de energía metabolizable por Kg de alimento.

### **3.5 TRATAMIENTOS**

Se evaluaron 3 tratamientos:

Tratamiento 1 (T1): Dieta control.

Tratamiento 2 (T2): Dieta ajustada con inclusión de cocarboxilasa.

Tratamiento 3 (T3): Similar a tratamiento 2, pero sin inclusión de cocarboxilasa (Control negativo)

### **3.6 FORMULACIÓN Y ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES**

Las dietas utilizadas en el presente trabajo de investigación, se formularon utilizando programación lineal al mínimo costo, programa Brill, tratando que todas las dietas contengan la misma concentración de nutrientes (isoproteicas e isoenergéticas), excepto el T3 (control negativo), que por no incluir Cocarboxilasa se le restó 80 Kcal/ Kg de alimento en el total de energía metabolizable en cada dieta.

Para todo el proceso de crianza se emplearon cinco tipos de dietas, pero seis presentaciones de las mismas, las cuales se presentan a continuación:

- 1.- Dieta de Pre inicio granulado, desde 1 hasta 7 días de edad
- 2.- Dieta de Inicio granulado, desde 8 hasta 10 días de edad.
- 3.- Dieta de Crecimiento polvo, desde 11 hasta 22 días edad.
- 4.- Dieta de Engorde polvo, desde 23 hasta 28 días de edad.
- 5.- Dieta de Engorde pellet, desde 29 hasta 35 días de edad.
- 6.- Dieta de Acabado pellet, desde 36 hasta 42 días de edad.

La composición porcentual y valor nutricional calculado de la dietas se observan en los Cuadros 1, 2, 3, 4, 5, 6. El contenido de proteína total (analizado) de cada una de las dietas experimentales se presenta en el Cuadro 7.

**Cuadro 1. Dieta de Pre inicio (Granulado) (1-7 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>TRATAMIENTOS<sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	60.37	62.48	62.48
Torta de soya	25.48	28.61	28.61
Soya integral	5.00	0.21	0.21
Soya fermentada	4.00	4.00	4.00
Premix Inicio	1.70	1.70	1.70
Harina de pescado	1.00	1.00	1.00
Carbonato de calcio	0.26	0.27	0.27
Aceite de soya	0.80	0.20	0.20
Fosfato dicálcico	0.71	0.71	0.71
Bicarbonato de sodio	0.10	0.11	0.11
Sal común	0.33	0.33	0.33
L-Lisina HCL	0.00	0.02	0.02
L-Treonina	0.05	0.06	0.06
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.03	0.03	0.03
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M (kcal/kg)	3040.23	3040.23	2960.23
Proteína total,%	21.86	21.86	21.86
Lisina digestible,%	1.28	1.29	1.29
Met + Cis. digestible,%	0.91	0.91	0.91
Triptofano digestible,%	0.21	0.21	0.21
Treonina digestible,%	0.84	0.84	0.84
Calcio,%	0.97	0.97	0.97
Fosforo disponible,%	0.49	0.49	0.49
Sodio,%	0.21	0.21	0.21
Grasa total,%	4.62	3.14	3.14

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 2. Dieta de Inicio (Granulado) (8-10 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Tratamientos <sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	62.15	64.00	64.00
Torta de soya	22.22	24.20	24.20
Soya integral	7.00	3.89	3.89
Soya fermentada	2.00	2.00	2.00
Premix Crecimiento	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	2.00	2.00	2.00
Carbonato de calcio	0.58	0.59	0.59
Aceite de soya	1.24	0.40	0.40
Fosfato dicálcico	0.73	0.74	0.74
Bicarbonato de sodio	0.16	0.17	0.17
Sal común	0.20	0.19	0.19
L-Lisina HCL	0.06	0.07	0.07
L-Treonina	0.11	0.11	0.11
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.03	0.03	0.03
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M. (Kcal/kg)	3155.22	3155.22	3075.22
Proteína total, %	21.17	21.17	21.17
Lisina digestible, %	1.19	1.19	1.19
Met. + Cis. digestible, %	0.84	0.84	0.84
Triptofano digestible, %	0.21	0.21	0.21
Treonina digestible, %	0.80	0.80	0.80
Calcio, %	0.92	0.92	0.92
Fosforo disponible,%	0.47	0.47	0.47
Sodio, %	0.17	0.17	0.17
Grasa total, %	5.60	4.21	4.21

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 3. Dieta de Crecimiento (Polvo) (11-22 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Tratamientos <sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	59.45	61.03	61.03
Torta de soya	23.07	22.83	22.83
Soya integral	7.00	7.00	7.00
Premix Crecimiento	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	3.50	3.50	3.50
Carbonato de calcio	0.93	0.94	0.94
Aceite de soya	3.17	1.72	1.72
Fosfato dicálcico	0.72	0.72	0.72
Bicarbonato de sodio	0.18	0.19	0.19
Sal común	0.20	0.20	0.20
L-Lisina HCL	0.12	0.12	0.12
L-Treonina	0.12	0.12	0.12
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
Silimarina	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.02	0.02	0.02
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M. (Kcal/kg)	3249.98	3249.98	3169.98
Proteína total, %	21.22	21.22	21.22
Lisina digestible, %	1.19	1.19	1.19
Met. + Cis. digestible, %	0.84	0.84	0.84
Triptofano digestible, %	0.21	0.21	0.21
Treonina digestible, %	0.80	0.80	0.80
Calcio, %	0.92	0.92	0.92
Fosforo disponible, %	0.47	0.47	0.47
Sodio, %	0.17	0.17	0.17
Grasa total, %	7.56	6.17	6.17

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 4. Dieta de Engorde (Polvo) (23-28 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Tratamientos<sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	64.39	65.88	65.88
Torta de soya	18.57	18.42	18.42
Soya integral	7.00	7.00	7.00
Premix Engorde	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	1.07	1.07	1.07
Aceite de soya	3.27	1.84	1.84
Fosfato dicálcico	0.73	0.73	0.73
Bicarbonato de sodio	0.13	0.13	0.13
Sal común	0.22	0.22	0.22
L-Lisina HCL	0.07	0.07	0.07
L-Treonina	0.07	0.07	0.07
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.01	0.01	0.01
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M. (Kcal/kg)	3299.99	3299.99	3219.99
Proteína total, %	19.03	19.07	19.07
Lisina digestible, %	1.08	1.08	1.08
Met. + Cis. digestible, %	0.79	0.79	0.79
Triptofano digestible, %	0.18	0.18	0.18
Treonina digestible, %	0.72	0.72	0.72
Calcio, %	0.91	0.91	0.91
Fosforo disponible, %	0.43	0.43	0.43
Sodio, %	0.16	0.16	0.16
Grasa total, %	7.77	6.40	6.40

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 5. Dieta de Engorde (Pellet) (29-35 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Tratamientos <sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	66.39	67.92	67.92
Torta de soya	18.93	22.17	22.17
Soya integral	7.00	2.66	2.66
Premix Engorde	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	1.07	1.08	1.08
Aceite de soya	0.94	0.40	0.40
Fosfato dicálcico	0.71	0.71	0.71
Bicarbonato de sodio	0.13	0.13	0.13
Sal común	0.21	0.21	0.21
L-Lisina HCL	0.08	0.08	0.08
L-Treonina	0.06	0.06	0.06
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.01	0.02	0.02
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M. (Kcal/kg)	3169.71	3169.71	3089.71
Proteína total, %	19.35	19.50	19.50
Lisina digestible, %	1.10	1.10	1.10
Met. + Cis. digestible, %	0.80	0.80	0.80
Triptofano digestible, %	0.19	0.19	0.19
Treonina digestible, %	0.72	0.72	0.72
Calcio, %	0.91	0.91	0.91
Fosforo disponible, %	0.43	0.43	0.43
Sodio, %	0.16	0.16	0.16
Grasa total, %	5.52	4.17	4.17

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 6. Dieta de Acabado (Pellet) (36-42 días)**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Tratamientos <sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
Maíz	68.70	71.02	71.02
Torta de soya	16.34	19.83	19.83
Soya integral	7.65	2.07	2.07
Premix Acabado	1.35	1.35	1.35
Harina de pescado	3.00	3.00	3.00
Carbonato de calcio	1.15	1.16	1.16
Aceite de soya	0.80	0.40	0.40
Fosfato dicálcico	0.42	0.43	0.43
Bicarbonato de sodio	0.13	0.14	0.14
Sal común	0.21	0.20	0.20
L-Lisina HCL	0.09	0.12	0.12
L-Treonina	0.05	0.06	0.06
Vegpro líquido	0.05	0.05	0.05
Ac. Propiónico	0.05	0.05	0.05
Allzyme SSF	0.02	0.02	0.02
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	0.00	0.10	0.00
<b>Total (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>99.90</b>
<b>Composición nutricional calculado</b>			
E.M. (Kcal/kg)	3189.78	3189.78	3109.78
Proteína total, %	18.37	18.28	18.28
Lisina digestible, %	0.99	0.99	0.99
Met. + Cis. digestible, %	0.74	0.74	0.74
Triptofano digestible, %	0.18	0.18	0.18
Treonina digestible, %	0.67	0.67	0.67
Calcio, %	0.90	0.90	0.90
Fosforo disponible, %	0.41	0.41	0.41
Sodio, %	0.16	0.16	0.16
Grasa total, %	5.59	4.15	4.15

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Cuadro 7: Contenido porcentual de proteína total de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio de investigación.**

Tratamiento <sup>1</sup>	Tipo de alimento			
	Inicio	Crecimiento	Engorde	Acabado
<b>T1</b>	21.82	21.54	19.23	18.57
<b>T2</b>	21.94	21.52	19.33	18.19
<b>T3</b>	21.84	21.46	19.35	18.91

Fuente: Laboratorio de evaluación nutricional de alimentos- UNALM

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

### 3.7 MANEJO DE LAS AVES DURANTE LA CRIANZA

Las actividades de manejo realizadas fueron por igual para todas las unidades experimentales. El tipo de crianza de los pollos fue en piso desde el primer día de edad hasta el sacrificio de las aves. La densidad de las aves al inicio fue de 36.7 pollos BB/ m<sup>2</sup>, luego paulatinamente fue disminuyendo según el crecimiento de los pollos; desde el día 25 hasta finalizar la campaña de producción, la densidad final fue de 7.2 pollos/ m<sup>2</sup>. (Se muestran en el Anexo XVII)

Para regular la temperatura interna del galpón durante la crianza de los pollos, se realizaron los siguientes manejos: desde el inicio se instaló un microclima en el interior del galpón, en el cual la temperatura era regulada por manejo de cortinas y el uso de campanas a gas; según la edad de los pollos fue disminuyendo su uso, hasta el día 19 de edad, en el cual fue retirado totalmente el microclima y el día 20 fueron retiradas las campanas. Luego el control interno de la temperatura solo se realizaba con manejo de cortinas hasta el final de la campaña de producción. Diariamente se observaba y anotaba el número de pollos muertos de cada unidad experimental.

La limpieza de los bebederos se realizaba en forma diaria, tres veces al día. Se desinfectaba los bebederos con yodóforo una vez al día.

### 3.8 MANEJO ALIMENTICIO

La presentación física del alimento fue cambiando según la etapa productiva en la cual se encontraban los animales. Siendo así, la presentación del alimento utilizado en las etapas de pre inicio (1-7días) e inicio (8-10 días) fue granulado, crecimiento (11-22 días) y engorde (23-28 días) fue en polvo, engorde (29-35 días) y acabado (36-42 días) fue en pellet.

El alimento era traído por un camión granelero, se almacenaba en silos, luego era pesado en sacos de 50 kg y almacenado, para distribuirlos a los animales al día siguiente. Se tomaba un registro diario de la cantidad de alimento ofrecido a los animales.

El suministro de alimento era constante, evitando que los comederos estén vacíos o contengan poca cantidad de alimento que dificultara su accesibilidad para el consumo, pero calculando que para el día de la evaluación de los pesos, se encontrara la menor cantidad de alimento posible, para facilitar las labores. Los comederos eran removidos cinco veces por día, para facilitar la caída del alimento de las tolvas y estimular el consumo, controlando en todo momento el posible desperdicio de alimento. La altura de los comederos y bebederos se regulaban según el tamaño de los pollos. El suministro de agua y alimento fue ad libitum durante toda la campaña de producción.

### 3.9 PROGRAMA SANITARIO

El programa de vacunación seguido fue el siguiente:

**Cuadro 8: Programa de vacunación**

Enfermedad	Nombre comercial	Dosis	Día	Vía de administración
Marek	Marek hvt ND	0.5	1	Subcutáneo
Laringo Traqueitis infecciosa	Vectormune ILT	1	1	Subcutáneo
Newcastle + Bronquitis infecciosa	Nobilis MA5 ND C2	1	1	Spray
Gumboro	Bursine 2	2000	9	Agua
Gumboro	S-706	2000	18	Agua

En granja, las 12 unidades experimentales recibieron similar dosificación de vacunas, cumpliendo con el programa de vacunación de la empresa.

Las vacunas en campo se realizaron a las 6:30 am para lo cual los bebederos automáticos tipo Plasson se levantaron una hora antes de la vacunación. Las vacunas eran mezcladas en un balde y luego repartidas manualmente en todos los bebederos.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación fue necesario el suministro de medicamentos, debido a que los pollos presentaron problemas respiratorios y digestivos. La dosificación fue por igual para todas las unidades experimentales. En el Cuadro 9 se presenta la lista de antibióticos y vitaminas administrados:

**Cuadro 9: Antibióticos y vitaminas administrados durante el periodo de crianza**

<b>Producto comercial</b>	<b>Principio activo</b>	<b>Día</b>	<b>Dosis</b>
Aviplex	Vitaminas	1 - 5	2ml x Litro
Ganadexil	Enrofloxacin	1 - 4	150 ml x cilindro (150L)
Furaltadona + Ciprofloxacina	Furaltadona + Ciprofloxacina	28 -30	20-40 (mg /Kg P.V)
Ciprofloxacina + Sulmeprim	Ciprofloxacina + Sulfadiazina	38 - 40	40mg/Kg P.V. - 5ml/Kg P.V.)

Adicionalmente el día 41 de edad, los pollos fueron dosificados con una mezcla de antibióticos para tratar problemas respiratorios.

Los antibióticos utilizados fueron: Novalgina, Penicilina, Gentamicina, Fosfomicina; la dosis utilizada por 800 pollos fue: 30g, 50g, 60g, y 500ml respectivamente.

### 3.10 MEDICIONES

#### 3.10.1 Peso vivo y ganancia de peso

La medición del peso vivo se realizó semanalmente y para cada unidad experimental los pollos seleccionados fueron al azar, utilizando una muestra del 10 % de la población desde la primera hasta la quinta semana de edad; para sexta semana de edad se utilizó una muestra del 20 % de la población.

$$\text{Peso vivo promedio (Kg/pollo)} = \frac{\text{Peso de las aves (Kg)}}{\text{Número de pollos pesados}}$$

La ganancia de peso se determinó por la diferencia entre el peso final y el peso inicial.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (Kg)} \\ \text{(Kg/pollo/semana)}$$

#### 3.10.2 Consumo de alimento

Se evaluó el consumo de alimento semanalmente, mediante la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido diariamente y el residuo pesado en el comedero al finalizar la semana.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Número de pollos}} \\ \text{(Kg/pollo/semana)}$$

#### 3.10.3 Conversión alimenticia

En base a los resultados obtenidos de peso vivo y consumo de alimento, se calculó la conversión alimenticia semanal y acumulada.

Conversión alimenticia semanal (C.A.S.)

$$\text{C.A.S} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Ganancia de peso semanal (Kg)}}$$

Conversión alimenticia acumulada (C.A.A.)

$$\text{C.A.A.} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Ganancia de peso total (Kg)}}$$

### **3.10.4 Mortalidad**

Es el registro semanal de animales muertos, se registró diariamente la mortalidad de cada unidad experimental, desde el inicio hasta el final del experimento y fue expresado en porcentaje.

$$\text{Mortalidad semanal (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas} * 100}{\text{Número total de aves}}$$

### **3.10.5 Índice de eficiencia europeo (IEE)**

Este indicador permite medir y comparar la eficiencia obtenida en el lote, dado que utiliza los indicadores productivos anteriores; los unifica y conjuga para determinar un valor absoluto relativo, que mide la eficiencia de cada tratamiento evaluado.

$$\text{IEE} = \frac{(\text{Peso vivo (Kg)} * (100 \% - \text{Mortalidad acumulada (\%)}))}{\text{Conversión alimenticia acumulada} * \text{Edad (días)}}$$

### **3.10.6 Nivel de glucosa**

El día 42 de edad, se escogieron 5 pollos al azar de cada repetición, a estos se les extrajo una muestra de sangre de 2 a 3 ml de la vena alar. Luego las muestras se centrifugaron a 2000 rpm durante 15 minutos, se obtuvo plasma sanguíneo el cual se mandó a analizar. Se determinó el nivel de glucosa en el plasma mediante el método Enzimático (Guerci, 1975); utilizando kits de diagnóstico que ofrece Valtek Diagnostics.

El nivel de Glucemia, es la cantidad de glucosa que se encuentra circulando por la sangre. Se determinó para corroborar con los supuestos teóricos la función de la coenzima.

### **3.10.7 Perfil lipídico**

Se determinó el perfil lipídico utilizando el método Enzimático (Guerci, 1975); utilizando kits de diagnóstico ofrecidos por Valtek Diagnostics.

Es un grupo de exámenes de sangre que indican la forma como el organismo utiliza, cambia o almacena los lípidos. Entre los lípidos evaluados se encuentran el colesterol, triglicéridos, High density lipoprotein (HDL), Low density lipoprotein (LDL), Very low density lipoprotein (VLDL). Se midieron para determinar el estado del metabolismo de los lípidos corporales de las aves.

### **3.10.8 Retribución económica del alimento**

El propósito es conocer si el impacto de la inclusión de la coenzima cocarboxilasa en la dieta de pollos de carne resulta económicamente conveniente. Dado que este es un factor de la bondad económica de los estudios experimentales, se consideró como ingresos venta de los Kg de pollos producidos y como egresos solo se consideró el costo de alimentación.

$$\text{Retribución económica T (i)} = \text{Ingreso T (i)} - \text{Egreso T (i)}$$

Dónde:

Ingresos: Precio de kg de carne de pollo (S. / Kg)

Egresos: Costo de Kg de carne pollo (S. / Kg)

T (i): Tratamiento 1, 2, 3

### **3.11 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El estudio se llevó a cabo utilizando un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), evaluando tres tratamientos con cuatro repeticiones para cada uno. El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS, 1999), y la comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (Calzada, 1982), a un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

Modelo aditivo lineal:  $Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Observación experimental.

$\mu$  = Media general.

$t_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Efecto de la i-ésima unidad experimental a la que se aplicó el i-ésimo  
tratamiento (error experimental)

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el presente estudio, los resultados del comportamiento productivo de los pollos de carne de los diferentes tratamientos, durante un periodo de 42 días, se presentan en el Cuadro 10.

### **4.1 PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO**

Los resultados de peso final y ganancia de peso de las aves que recibieron las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 10. También se reportan los pesos vivos semanales y la ganancia de peso por semana en los Anexos IV y V respectivamente.

El peso vivo final y ganancia de peso de las aves que recibieron una dieta con cocarboxilasa (T2) fue mayor, en comparación a los otros tratamientos; existiendo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre todos los tratamientos. De esta forma, el tratamiento con cocarboxilasa (T2) obtuvo mayor peso final, después el tratamiento normal (T1) y finalmente el control negativo (T3).

Estos resultados coinciden con los de Hernández (2005), quien evaluó en pollos el efecto de la suplementación con cocarboxilasa en el alimento y reportó mayor incremento de peso vivo final y ganancia de peso ( $P < 0.05$ ) a los 42 días; para el tratamiento suplementado con cocarboxilasa, en comparación al tratamiento control. Sin embargo, Saez (2011) quien evaluó diferentes niveles de inclusión de Cocarboxilasa hasta los 21 días, no encontró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), entre el tratamiento control (0% de inclusión) y los otros tratamientos.

Los pesos obtenidos de todos los tratamientos, durante la investigación no llegaron a ser los óptimos según la línea genética Ross 308, esto se podría deber a problemas de stress ocasionados por altas temperaturas y problemas respiratorios presentados durante el desarrollo de la investigación. Sin embargo, el tratamiento con cocarboxilasa (T2) muestra mayor capacidad de ganancia de peso, con lo cual se puede inferir, que a pesar del stress ocasionado, la Cocarboxilasa ayuda a optimizar el uso de nutrientes.

**Cuadro 10: Parámetros productivos obtenidos con los tratamientos experimentales en pollos de carne a los 42 días.**

Parámetros	Tratamientos <sup>1</sup>		
	T1	T2	T3
Peso inicial, (Kg)	0.047 <sup>2a</sup>	0.048 <sup>a</sup>	0.047 <sup>a</sup>
Peso final, (Kg)	2.764 <sup>3b</sup>	2.802 <sup>a</sup>	2.732 <sup>c</sup>
Ganancia de Peso, (Kg)	2.716 <sup>b</sup>	2.754 <sup>a</sup>	2.684 <sup>c</sup>
Consumo de alimento, (Kg)	4.616 <sup>a</sup>	4.745 <sup>a</sup>	4.718 <sup>a</sup>
Conversión alimenticia acumulada	1.670 <sup>a</sup>	1.693 <sup>a</sup>	1.727 <sup>a</sup>
Mortalidad, (%)	4.47 <sup>b</sup>	5.02 <sup>ab</sup>	6.03 <sup>a</sup>
IEE	377 <sup>a</sup>	374 <sup>a</sup>	354 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

<sup>2</sup> Valores son promedios de cuatro repeticiones con 50 aves cada una (200 aves por tratamiento).

<sup>3</sup> Valores son promedios de cuatro repeticiones con 200 aves cada una (800 aves por tratamiento).

<sup>a, b, c</sup> Valores con diferente letra como superíndice difieren significativamente (P<0.05).

## **4.2 CONSUMO DE ALIMENTO**

Los resultados de consumo de alimento de los tratamientos evaluados en el presente estudio se muestran en el Cuadro 10. Asimismo, el consumo semanal y acumulado se reportan en los Anexos VI y VII respectivamente.

Los resultados de consumo de alimento, muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), sin embargo, el tratamiento control (T1) obtiene menor valor numérico para este parámetro. Esto concuerda con Hernández (2005), quien reporto no haber encontrado diferencias significativas para este parámetro a los 42 días, entre el tratamiento con Cocarboxilasa y el control.

Sin embargo, Saez (2011) quien probó diferentes niveles de inclusión de Cocarboxilasa en pollos si encontró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para el consumo de alimento; los tratamientos de mayor nivel de inclusión de Cocarboxilasa presentaron mayor consumo de alimento en comparación con el tratamiento control; pero cabe destacar que la prueba solo se realizó hasta los 21 días de edad y además es expresado el consumo de alimento en gramos/animal/día y no en consumo acumulado.

## **4.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

Los resultados de la conversión alimenticia acumulada de los tres tratamientos se muestran en el Cuadro 10. El detalle de la conversión alimenticia semanal y acumulada para todos los tratamientos se muestran en los Anexos VIII y IX respectivamente.

Se puede observar en el Cuadro 10, que no existen diferencias significativas entre los tres tratamientos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, se aprecia que el control negativo (T3) obtiene un mayor valor numérico para este parámetro. Esto concuerda con Hernández (2005) quien también encontró que no había diferencias significativas para la conversión alimenticia entre el tratamiento control y el tratamiento con cocarboxilasa. También concuerda con Saez (2011) quien no encontró diferencias significativas para la conversión alimenticia entre los diferentes niveles de Cocarboxilasa que evaluó en pollos.

#### **4.4 MORTALIDAD**

En el Anexo X se muestra la mortalidad semanal y acumulada, mientras que en el Anexo XI se muestra la mortalidad diaria registrada durante la investigación. Según se muestra en el Cuadro 10, no existe diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento control (T1) y el tratamiento con cocarboxilasa (T2), a pesar que el tratamiento control (T1) muestra menor valor numérico para este parámetro. Tampoco existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre el tratamiento con cocarboxilasa (T2) y el tratamiento control negativo (T3); pero si existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ), entre el tratamiento control (T1) y el tratamiento control negativo (T3). Esto concuerda con Hernández (2005), quien tampoco encontró diferencias significativas para la mortalidad, entre el tratamiento con Cocarboxilasa y el control.

La mortalidad registrada durante la investigación incluye la mortalidad y descarte de pollos, siendo esta última, cerca del 40 % de la mortalidad presentada. La mortalidad se debió principalmente a muerte súbita y problemas respiratorios presentados en la última semana. Esto demuestra que el uso de Cocarboxilasa en la dieta, permitió mantener el mismo nivel energético que el tratamiento control (T1); ya que en comparación con el tratamiento control negativo (T3) ayudó a mantener el sistema inmunológico al final de la crianza.

#### **4.5 ÍNDICE DE EFICIENCIA EUROPEO (IEE)**

En el Cuadro 10 se muestra que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), entre los tratamientos evaluados para el índice de eficiencia europeo; sin embargo, se puede resaltar que el tratamiento control negativo (T3), obtiene un valor numérico mucho menor en comparación a los otros dos tratamientos. El tratamiento control (T1) y el tratamiento con cocarboxilasa (T2) tiene un índice parecido, demostrando que el uso de cocarboxilasa afecta positivamente el rendimiento productivo de los pollos.

Los valores tomados para calcular el índice de eficiencia europea para cada tratamiento, se muestran en el Anexo XII.

#### **4.6 NIVEL DE GLUCOSA SANGUÍNEA**

Los resultados para el nivel de glucosa en plasma, obtenido al final del experimento para todos los tratamientos, se pueden observar en el Cuadro 11. Los resultados muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), para los niveles de glucosa sanguínea. Estos resultados coinciden con Saez (2011), quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos con cocarboxilasa y el tratamiento control para los niveles de glucosa en pollos criados hasta los 21 días. Sin embargo, se observa que el tratamiento con cocarboxilasa (T2) presenta un menor nivel de glucemia, estando aun así dentro del rango para los valores normales circulantes de glucosa de 152 a 182 mg/dl en el plasma sanguíneo para los pollos de engorde (Mitruka, 1977). Este menor nivel de glucosa sanguínea 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.

Estos resultados no coinciden con Khitam (2007), quien obtuvo mayores niveles de glucemia en pollos alimentados con tiamina hasta los 50 días. Por otra parte, en trabajos realizados en ratas Del Toro (2001), Hernández (2006), Herrera (2013), donde se utiliza cocarboxilasa como reductor de la hiperglucemia provocada por diabetes Mellitus se logra reducir el nivel de glucemia en la sangre.

Estos diferentes resultados se podrían explicar, por qué los trabajos realizados en pollos fueron realizados en laboratorios donde no fueron sometidos a condiciones normales de crianza; por lo tanto no estuvieron sometidos a condiciones de estrés; además la cocarboxilasa suministrada en las dietas durante estas pruebas fueron On top, en cambio en el presente trabajo de investigación la cocarboxilasa suministrada en las dietas fue intra formula en reemplazo de un porcentaje de acetite, de esta forma la glucosa disponible en el organismo es menor, pero puede ser aprovechada más eficientemente.

**Cuadro 11: Comportamiento del nivel de glucosa y perfil lipídico de los tratamientos evaluados, en plasma de pollos a los 42 días.**

Parámetros bioquímicos	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Glucosa, mg/dL	177 <sup>2a</sup>	156 <sup>a</sup>	170 <sup>a</sup>
Colesterol total, mg/dL	104 <sup>a</sup>	105 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>
Triglicéridos, mg/dL	110 <sup>a</sup>	97 <sup>ab</sup>	85 <sup>b</sup>
Lipoproteínas de alta densidad (HDL), mg/dL	74 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>
Lipoproteínas de baja densidad (LDL), mg/dL	20 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>
Lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), mg/dL	21 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	17 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

<sup>2</sup> Valores son promedios de 12 observaciones por tratamiento.

<sup>a,b</sup>, Valores con diferente letra como superíndice difieren significativamente (P<0.05).

#### 4.7 PERFIL LIPÍDICO

Los resultados del perfil lipídico obtenidos por cada tratamiento se muestran en el Cuadro 11. Se observa que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), para los parámetros de colesterol, HDL, LDL y VLDL entre los tres tratamientos. Para el parámetro de triglicéridos solo existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre el tratamiento control (T1) y el tratamiento control negativo (T3). Esto se puede explicar, dado que el tratamiento control negativo (T3), contenía menor nivel de aceite y no se le adicionó, la coenzima Cocarboxilasa, disminuyendo de este modo el contenido de ácidos grasos o sustratos disponibles para almacenarse en forma de triglicéridos. Ya que como demostró Whitehead y Griffin (1982), se puede relacionar el contenido de lípidos en la dieta con la cantidad de triglicéridos contenidos en el plasma sanguíneo y por consiguiente con el nivel de engrasamiento de pollos (Whitehead y Griffin, 1984).

Por otra parte, el tratamiento con cocarboxilasa (T2) muestra una tendencia de tener menor nivel de engrasamiento, al obtener menor valor numérico en todos los parámetros analizados, en comparación con el tratamiento control (T1).

Estos resultados, muestran que el uso de cocarboxilasa como reemplazo de un porcentaje de aceite, no produce un aumento en el perfil lipídico de los pollos, y por lo tanto no aumenta el nivel de engrasamiento en los mismos; sino más bien podría ayudar a reducir el nivel de triglicéridos, grasa abdominal y nivel de engrasamiento de los pollos, estando estos relacionados con mayores niveles plasmáticos de glucosa, VLDL, y triglicéridos (Hermier et al. 1991; Hermier y Dillon, 1992).

Esto se puede explicar ya que existe una correlación positiva 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. (Deaton et al. 1981; Jones y Wiseman, 1985; Pinchasov y Nir, 1992). El tratamiento con cocarboxilasa (T2) 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 del tratamiento control (T1).

#### **4.8 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO**

Los precios de los insumos alimenticios fueron obtenidos teniendo en cuenta los precios del mes de Marzo del 2013 y se muestran en el Anexo XV. Además se muestra la cantidad de alimento consumido y el costo del alimento consumido por etapas para todos los tratamientos en los Anexos XIII y XIV respectivamente.

En el Cuadro 12, se puede observar la retribución económica para cada tratamiento. El tratamiento con cocarboxilasa (T2) mostro mayor retribución económica por pollo logrado, comparado con los otros dos tratamientos. Esto se debe al menor costo en las dietas generado por el reemplazo de aceite por cocarboxilasa, y también al mayor peso final obtenido por el tratamiento con cocarboxilasa (T2). A pesar, que el tratamiento control negativo (T3) tiene menor costo en sus dietas, en comparación a los otros dos tratamientos; se obtiene menor beneficio económico, debido al menor peso generado en los pollos al final de la etapa productiva.

En porcentaje relativo tomando en cuenta el tratamiento control (T1) como el 100 % de retribución económica, se obtiene que el tratamiento con cocarboxilasa (T2) es 101.36 %, es decir, 1.36 % más eficiente por pollo producido.

**Cuadro 12: Retribución económica del alimento para los tratamientos**

	<b>TRATAMIENTO <sup>1</sup></b>		
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>INGRESOS</b>			
Peso final a 42 días (Kg)	2.765	2.802	2.732
Precio por Kg/pollo (S/)*	4.2	4.2	4.2
Ingreso bruto por pollo (S/)	11.61	11.77	11.47
<b>EGRESOS</b>			
Consumo de alimento (Kg/pollo)			
Pre inicio granulado 1-7 días	0.132	0.137	0.136
Inicio granulado 8-10 días	0.137	0.136	0.136
Crecimiento polvo 11-22 días	0.957	0.959	0.942
Engorde polvo 23-28 días	0.860	0.858	0.844
Engorde pellet 29-35 días	1.247	1.235	1.281
Acabado pellet 36-42 días	1.282	1.424	1.378
<b>Costo/ Kg alimento</b>			
Inicio (S/.)	1.660	1.644	1.628
Inicio 2 (S/.)	1.472	1.454	1.439
Crecimiento (S/.)	1.361	1.334	1.318
Engorde polvo. (S/.)	1.295	1.269	1.253
Engorde pellet. (S/.)	1.232	1.221	1.205
Acabado (S/.)	1.211	1.199	1.183
<b>Costo de alimento (S/. / pollo)</b>			
Inicio	0.219	0.225	0.221
Inicio 2	0.201	0.199	0.196
Crecimiento	1.302	1.279	1.242
Engorde polvo.	1.113	1.089	1.057
Engorde pellet.	1.536	1.507	1.544
Acabado	1.553	1.707	1.630
<b>Costo total de alimento por pollo</b>			
(S/.)	5.93	6.01	5.89
<b>Retribución económica del alimento</b>			
<b>Por pollo (S/.)</b>	5.69	5.76	5.58
<b>Porcentaje relativo</b>	100.00	101.36	98.19

\*Precio sin IGV correspondiente a la primera semana de Mayo 2013

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. La Inclusión de Cocarboxilasa en reemplazo de un porcentaje de aceite, mejoró el peso corporal y ganancia de peso de los pollos.
2. La mayor retribución económica se obtiene con la dieta en la cual, la coenzima Cocarboxilasa fue incluida.
3. El uso de cocarboxilasa no tiene influencia sobre nivel de glucemia y perfil lipídico en el plasma sanguíneo de los pollos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, se puede establecer las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar la coenzima cocarboxilasa en dietas de pollos de carne durante toda la etapa productiva, como reemplazo únicamente de fuentes energéticas en el alimento.
2. Realizar mayores estudios sobre calidad de carcasa, para determinar si el uso de cocarboxilasa podría disminuir la deposición de lípidos en los pollos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abeles, R.1992. Biochemistry. Jones and Bartlett Publishers. U.S.A. p 484-485.

Bautista, V.2002. Comportamiento de los Niveles de Lactato Sanguíneo en Presencia de Pirofosfato de Tiamina en Personas Sedentarias Sujetas a una Actividad Física Moderada. Consultado 14 jun. 2013. Disponible en:  
[http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Victor\\_Manuel\\_Bautista\\_Hernandez.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Victor_Manuel_Bautista_Hernandez.pdf).

Bautista, V. 2005. Medición de los Niveles de Lactato Sanguíneo Respecto al Consumo Máximo de Oxígeno y la Frecuencia Cardíaca en Presencia de Pirofosfato de Tiamina en Atletas que Practican una Actividad Aeróbica. Consultado 23 jun. 2013. Disponible en:  
[http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Victor\\_Manuel\\_Bautista\\_Hdez.PDF](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Victor_Manuel_Bautista_Hdez.PDF)

Bräunlich,K. Zintzen,H. 1976. Vitamin B1 in Animal Nutrition. Hoffman La Roche. Switzerland.41 p.

Booth, A. Khalifah, R. Hudson, B. 1996. Thiamine Pyrophosphate and Pyridoxamine Inhibit the Formation of Antigenic Advanced Glycation and Products. Journal of Biological. Chemistry; 220(1): 113-119.

Cáceres, D. 1997. La Tiamina. 2-5 pp. Consultado el 30 jun. 2013. Disponible en:  
[http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol1\\_1\\_97/san05197.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol1_1_97/san05197.pdf).

Calzada, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros. Lima, Perú.

Church, D.2003. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. 35-55 p; 264-265 p.

Del Toro, M. 2001. Efecto de la Cocarboxilasa sobre la Glucemia en Ratas Wistar Inducidas a Diabetes. Consultado 24 jun. 2013. Disponible en:  
[http://digeset.uco.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Mario%20del%20Toro%20Equihua.pdf](http://digeset.uco.mx/tesis_posgrado/Pdf/Mario%20del%20Toro%20Equihua.pdf).

Deaton, J. Naughton, J. Reece, F. Lott, B. 1981. Abdominal Fat of Broilers as Influenced by Dietary Level of Animal Fat. *Poultry Science* 60:1250-1253.

Ensminger, A. Ensminger, M. Koland, J. Robson, J. 1983. In *Foods and Nutrition Encyclopedia*. California. Pegasus Press. Vol I. A-H, p.1208.

FEDNA, 2008. Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta. Lázaro, R. y Mateos, G.G. eds. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España.

Fritz, J. Mislivec, P. Pla, G. Harrison, B. Weeks, C. Dantzman, J. 1973. *Poultry Science*. 52,1523.

Griffin, HD. Guo, K.. Windsor, D. Butterwith, S. 1992. Adipose Tissue Lipogenesis and Fat Deposition in Leaner Broiler Chickens. *Journal Nutrition*. 122: 363-368.

Griffin, HD. Windsor, D. Whitehead, C. 1991. Changes in Lipoprotein Metabolism and Body Composition in Chickens in Response to Divergent Selection for Plasma Very Low Density Lipoprotein Concentration. *British Poultry Science* 32(1): 195-201.

Guerci, A. 1975. *Laboratorio: Métodos de Análisis Clínicos y su Interpretación*. Editorial El Ateneo. España. 220- 300.

Hernier, D. 1997. Lipoprotein Metabolism and Fattening in Poultry. *The Journal of Nutrition* 127: 805 – 808.

Hernier, D. Dillon, J. 1992. Characterization of Dietary Induced Hypercholesterolemia in the Chicken. *Biochim. Biophys. Acta*. 1124: 178-184.

Hermier, D. Salichon , M. Whitehead, C. 1991. Relationships Between Plasma Lipoproteins and Glucose in Fasted Chickens Selected for Leanness or Fatness by Three Criteria. *Reprod. Nutr. Dev.* 31: 419-429.

Hernández, B. 2005. El Efecto de la Suplementación con Cocarboxilasa en el Alimento sobre los Parámetros Productivos en Pollos de Engorda. Tesis Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Torreón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.41p.

Hernández, M. 2006. Efecto de la Cocarboxilasa en la Lesión Producida por la Estreptomomicina en las Células  $\beta$  Pancreáticas de Ratas. Consultado 15 dic. 2013. Disponible en:[http://.respyn.uanl.mx/especiales/.../45\\_hernandez-montiel\\_y\\_col..pdf](http://.respyn.uanl.mx/especiales/.../45_hernandez-montiel_y_col..pdf).

Herrera, J. Fonseca, J. 2013. Administración de Tiamina en el Paciente Crítico para Optimizar el Metabolismo de Carbohidratos y Disminuir los Requerimientos de Insulina. *Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva* 27(3): 132-137.

Hicks, G. 2006. *Bioquímica*. Editorial Ingramex, S.A. Centeno, Mexico. 821-823.

Jones, R. Wiseman J. 1985. Effect of Nutricion in Broiler Carcass Composition: Influence of Dietary Energy Content in the Started and Finisher Phases. *British Poultry Science* 26: 381-388.

Khemelevsrx, Y. Kornts-kaya, A. 1987. Diversas Investigaciones Realizadas en Países Socialistas sobre la Acción de la Cocarboxilasa Degradable en Procesos Isquémicos. *Com. Inv Clin Latin.* 2:24-25.

Khitam, J. Ahmed, A. Majeed, H. 2007. Biochemical Study of Blood in Broiler Fed Thiamin. Consultado 20 dic. 2013. Disponible en: <http://www.iasj.net/iasj?func=fulltext&aId=56611>.

Kluger, R. 2009. *Glukogen Plus, Información Técnica*. Folleto de divulgación. Nutritech de México, S.A.

- Lehninger, A. 1995. Bioquímica. Editorial Omega. Barcelona, España. 369- 630 p.
- Lumbert, S. 2003. Bioquímica. Editorial Reverte S.A. Barcelona, España. 192, 216-217 p.
- Machlin, L. 1990. Handbook of Vitamins. Decker Incorporation, New York; 216 – 281 p.
- Mayes, P. 1997. Bioenergética y el Catabolismo de Carbohidratos y Lípidos. México, D.F. 135-344 p.
- Mitruka, B. Rawnsley, H. Vadehra, B. 1977. Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals. Masson Publishing. USA, Inc. 140-142.
- Mc Donald, E. 2006. Nutrición Animal. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 78-79 pp; 135-144.
- NRC, 1994. Nutrient requirements of poultry. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington, D.C. Estados Unidos.
- Olkowski, A. 1996. The Effects of Maternal Thiamine Nutrition on Thiamine Status of the Offspring in Broiler Chickens. Journal Vit. Nutr. Res.69(1): 32-40
- Osorio, J. Florez, J. 2011. Diferencias Bioquímicas y Fisiológicas en el Metabolismo de Lipoproteínas de Aves Comerciales. Consultado 10 dic. 2013. Disponible en: <http://biosalud.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=47>.
- Osorio, J. Florez, J. Uribe L. 2012. Comparación del Perfil Lipídico en dos Líneas de Pollos de Engorde. Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia.22(6): 553-559.
- Pinchasov, Y. Nir, I. 1992. Effect of Dietary Polyunsaturated Fatty Acid Concentration on Performance, Fat Deposition and Carcass Fatty Acid Composition in Broiler Chickens. Poultry Science 71: 1502-1512.

Saez, A. 2011. Efecto de la Inclusión de Cocarboxilasa en Dietas de Inicio de Pollos de Carne. Tesis Ing. Zootecnia. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 68p.

Said, O. Kumar, C. 1999. Transport of Thiamine Intestine: Mechanism and Regulation in Intestinal Epithelial Cell Model. 645-651.

Serrano, M., Valencia, D. 2013. Vitaminas en la Alimentación de las Aves. Consultado 27 dic. 2013. Disponible en:

<http://www2.avicultura.com/newsletters/2013/nutricion/docs/Capitulo-5-libroNutricion-de-las-aves.pdf>.

Sotomayor A. Zambrano D. 2008. Déficit de Tiamina: Beriberi y Síndrome de Wernicke-Korsakoff. Revista de Medicina 13(2). 60-65.

Shenk, G. Duggleby, R. 1998. Properties and Funcions of Thiamine Diphosphate Dependent Enzyme Transketolase. Biochemistry and Cell Biology 1297-1318.

Strumillo, S. Czerniecki, J. 1999. Regulatory Effects of Thiamine Pyrophosphate on Pig Heart Pyruvate Dehydrogenise Complex. Biochem. Biopsy's res Commun. 16: 341-345.

Talebi, A. 2006. Biochemical Parameters in Broiler Chikens Vaccinated Against ND, IB and IBD. Internacional Journal of Poultry Science 5(12): 1151-1155.

Tanphaichair, V. 1976. In Nutricion Reviews Present Knowledge in Nutricion. The Nutricion Foundation Inc, New York.

Thornton, P. Shutze, J. 1960. Poultry Science. 39.192.

Tohala, S. 2010. The Relationship Between Blood Lipid Profile and Performance of Broilers Fed Two Types of Finisher Diets. Iraqi Journal of Veterinary Sciences 24(2): 87-91.

Torres, S. 2002. Efecto de la Cocarboxilasa no Degradable sobre el Metabolismo Celular, la Preservación de Tejido y la Función Motora de Ratas Adultas con Lesión Traumática Moderada de la Medula Espinal. Tesis para obtener grado de Maestro en Biología Experimental. México D.F. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 63p.

Verbeeck, J. 1975. *Feedstuffs* 47(36), 4.

Voet, D. Voet, J. 1995. *Metabolism in: Biochemistry*. Wiley, New York. 543-544 p.

Wang, K., Musa, H. 2007. The Impact of Obesity on Serum Biochemical Components. *Journal of Cell and Animal Biology* 1(5): 87-95.

Werner, R. 1992. *Essential Biochemistry and Molecular Biology*. Appleton and Lange Eds. U.S.A. pp 49-50.

Whithead, C. Griffin, H. 1982. Plasma Lipoprotein Concentration as an Indicator of Fatness in Broilers; Effect of Age and Diet. *British Poultry Science* 23:299-305.

Whithead, C. Griffin, H. 1984. Development of Divergent Lines of Lean and Fat Broilers Using Plasma Low Density Lipoprotein Concentration as a Selection Criterion: The First Three Generations. *British Poultry Science*. 25:573-582.

## VIII. ANEXOS

## **Anexo I: Ficha técnica del Glukogen C-40**

### **a) Descripción del producto**

Glukogen, marca registrada por Nutritech de México, S.A. de C.V., es un producto cuya actividad principal está basada en la inclusión de la Cocarboxilasa, también llamada Pirofosfato de Tiamina o Difosfato de Tiamina. Se produce naturalmente a partir de la Vitamina B1.

Esta coenzima, que interviene en diferentes puntos del metabolismo energético, En condiciones normales, es la responsable del funcionamiento adecuado en la utilización estratégica de la energía procedente de la digestión o de las reservas tisulares y que están disponibles al metabolismo.

### **b) Características del producto**

La cocarboxilasa tiene un peso molecular de 460,79 Daltones. Es un sólido de coloración blanca, en forma de agujas finas de aspecto estrellado; con un punto de fusión de 236 °C. Esta coenzima para poder ser utilizada por la vía digestiva es protegida a través de un proceso de micropelletizado y siliconizado.

### **c) Equivalencia bioenergética**

Debido a su actividad, al Glukogen se le puede asignar una Equivalencia en términos de calorías. Por actuar preponderantemente a nivel del metabolismo energético, Glukogen es diferente a otros aditivos, grasas y aceites, lo que lo convierte en el suplemento idóneo para optimizar la utilización de la energía. Propicia cantidades adicionales de energía en función a lo que la demanda orgánica determine en su momento.

GLUKOGEN C-40- Aporta 80,000 Kcal E.M/Kg de producto

### **d) Dosificación**

La dosis sugerida de Glukogen C-40 como remplazo de grasas o aceites es de 1 Kg/tonelada de alimento, la cual proporcionará 80 Kcal de E.M/ Kg de alimento.

## Anexo II: Requerimiento nutricional para pollos de carne Ross 308 (2009)

Especificaciones de nutrientes para parvadas mixtas de pollos de engorde, desarrolladas a > 3Kg de peso vivo.

Nutrientes		Iniciador		Crecimiento		Finalizador 1		Finalizador 2	
Edad	Días	0 – 10		11 - 24		25 - 42		43 - sacrificio	
Energía	Kcal EM	3.025		3.15		3.2		3.225	
Aminoácidos		<b>Total</b>	<b>Digestible</b>	<b>Total</b>	<b>Digestible</b>	<b>Total</b>	<b>Digestible</b>	<b>Total</b>	<b>Digestible</b>
Lisina	%	1.43	1.27	1.24	1.1	1.06	0.94	1	0.89
Metionina	%	0.51	0.47	0.45	0.42	0.4	0.37	0.38	0.35
Met. y Cis.	%	1.07	0.94	0.95	0.84	0.83	0.73	0.79	0.69
Treonina	%	0.94	0.83	0.83	0.73	0.72	0.63	0.68	0.6
Valina	%	1.09	0.95	0.96	0.84	0.83	0.72	0.79	0.69
Isoleucina	%	0.97	0.85	0.85	0.75	0.74	0.65	0.7	0.61
Arginina	%	1.45	1.31	1.27	1.14	1.1	0.99	1.04	0.93
Triptofano	%	0.24	0.2	0.2	0.18	0.17	0.15	0.17	0.14
Proteína cruda	%	22 – 25		21 - 23		19 -23		17 – 21	
Calcio	%	1.05		0.9		0.85		0.8	
Fósforo disp.	%	0.5		0.45		0.42		0.4	
Magnesio	%	0.05 - 0.5		0.05 - 0.5		0.05 - 0.5		0.05 - 0.5	
Sodio	%	0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.23	
Cloruro	%	0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.23		0.16 - 0.23	
Potasio	%	0.4 – 1		0.4 - 0.9		0.4 - 0.9		0.4 - 0.9	

Fuente: Suplemento de nutrición del pollo de engorde Ross 308, 2009

### Anexo III: Parámetros productivos de la línea Ross 308 (Rendimiento macho)

Día	Peso corporal (g)	Ganancia diaria (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g)	C. A
0	42				
1	56	14	12	12	0.214
2	71	15	16	28	0.394
3	89	18	19	47	0.528
4	109	20	23	70	0.642
5	132	23	27	97	0.735
6	157	26	31	128	0.815
7	186	29	35	163	0.876
8	218	32	39	202	0.927
9	253	35	44	246	0.972
10	291	39	49	295	1.014
11	333	42	54	349	1.048
12	379	46	60	409	1.079
13	428	49	65	474	1.107
14	481	53	71	545	1.133
15	537	56	77	622	1.158
16	596	60	83	705	1.183
17	660	63	90	795	1.205
18	726	67	96	891	1.227
19	796	70	103	994	1.249
20	869	73	109	1103	1.269
21	945	76	116	1219	1.290
22	1025	79	123	1342	1.309
23	1107	82	130	1472	1.330
24	1191	85	136	1608	1.350
25	1278	87	143	1751	1.370
26	1368	89	150	1901	1.390
27	1459	92	156	2057	1.410
28	1553	94	163	2220	1.429
29	1649	95	169	2389	1.449
30	1746	97	175	2564	1.468
31	1844	99	181	2745	1.489
32	1944	100	187	2932	1.508
33	2045	101	192	3124	1.528
34	2147	102	198	3322	1.547
35	2250	103	203	3525	1.567
36	2353	103	208	3733	1.586
37	2457	104	213	3946	1.606
38	2562	104	217	4163	1.625
39	2666	104	222	4385	1.645
40	2771	105	226	4611	1.664
41	2875	104	230	4841	1.684
42	2979	104	234	5075	1.704

Fuente: Objetivos de rendimiento de Broiler Ross 308, 2012

Anexo IV: Registro de peso vivo semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Inicio	SEMANA					
			1RA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA
<b>T1</b>	1	0.048	0.148	0.384	0.716	1.278	2.117	2.747
	2	0.048	0.145	0.394	0.734	1.329	2.094	2.767
	3	0.047	0.134	0.374	0.741	1.322	2.105	2.770
	4	0.048	0.147	0.390	0.740	1.344	2.124	2.774
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.048</b>	<b>0.143</b>	<b>0.386</b>	<b>0.733</b>	<b>1.318</b>	<b>2.110</b>	<b>2.765</b>
<b>T2</b>	1	0.048	0.142	0.390	0.758	1.302	2.127	2.778
	2	0.048	0.151	0.395	0.800	1.382	2.173	2.820
	3	0.048	0.142	0.403	0.804	1.387	2.144	2.800
	4	0.048	0.152	0.405	0.801	1.415	2.168	2.812
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.048</b>	<b>0.147</b>	<b>0.398</b>	<b>0.791</b>	<b>1.371</b>	<b>2.153</b>	<b>2.802</b>
<b>T3</b>	1	0.047	0.138	0.381	0.726	1.272	2.102	2.726
	2	0.047	0.140	0.381	0.721	1.293	2.077	2.722
	3	0.048	0.139	0.391	0.742	1.346	2.094	2.734
	4	0.048	0.151	0.390	0.754	1.323	2.114	2.744
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.048</b>	<b>0.142</b>	<b>0.386</b>	<b>0.736</b>	<b>1.308</b>	<b>2.097</b>	<b>2.732</b>

1 Tratamiento: **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo V: Registro de ganancia de peso semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA						TOTAL
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA	
<b>T1</b>	1	0.100	0.237	0.332	0.562	0.839	0.630	2.699
	2	0.097	0.249	0.340	0.596	0.765	0.673	2.719
	3	0.087	0.240	0.367	0.581	0.783	0.666	2.723
	4	0.098	0.243	0.351	0.604	0.779	0.650	2.726
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.096</b>	<b>0.242</b>	<b>0.347</b>	<b>0.586</b>	<b>0.792</b>	<b>0.655</b>	<b>2.717</b>
<b>T2</b>	1	0.094	0.248	0.368	0.544	0.825	0.651	2.730
	2	0.103	0.244	0.405	0.582	0.792	0.646	2.772
	3	0.094	0.262	0.401	0.583	0.757	0.656	2.752
	4	0.104	0.253	0.396	0.614	0.753	0.644	2.764
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.099</b>	<b>0.251</b>	<b>0.393</b>	<b>0.581</b>	<b>0.782</b>	<b>0.649</b>	<b>2.754</b>
<b>T3</b>	1	0.091	0.243	0.346	0.545	0.830	0.625	2.679
	2	0.093	0.241	0.341	0.571	0.785	0.645	2.675
	3	0.091	0.252	0.351	0.604	0.748	0.640	2.686
	4	0.103	0.239	0.364	0.570	0.791	0.630	2.696
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.095</b>	<b>0.244</b>	<b>0.350</b>	<b>0.573</b>	<b>0.789</b>	<b>0.635</b>	<b>2.684</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo VI: Registro de consumo de alimento semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA					TOTAL	
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA		6TA
T1	1	0.132	0.299	0.616	0.951	1.307	1.504	4.809
	2	0.130	0.335	0.577	0.832	1.157	1.301	4.332
	3	0.132	0.322	0.568	0.936	1.267	1.409	4.634
	4	0.135	0.320	0.568	0.950	1.234	1.481	4.689
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.132</b>	<b>0.319</b>	<b>0.582</b>	<b>0.917</b>	<b>1.241</b>	<b>1.424</b>	<b>4.616</b>
T2	1	0.134	0.312	0.534	0.824	1.162	1.311	4.278
	2	0.134	0.324	0.587	1.013	1.400	1.619	5.078
	3	0.139	0.309	0.556	0.874	1.280	1.472	4.629
	4	0.141	0.328	0.591	1.007	1.370	1.558	4.995
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.137</b>	<b>0.318</b>	<b>0.567</b>	<b>0.930</b>	<b>1.303</b>	<b>1.490</b>	<b>4.745</b>
T3	1	0.137	0.323	0.545	1.023	1.311	1.660	4.999
	2	0.138	0.307	0.562	0.922	1.332	1.473	4.734
	3	0.128	0.322	0.574	0.941	1.299	1.425	4.689
	4	0.140	0.319	0.555	0.882	1.187	1.366	4.449
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.136</b>	<b>0.318</b>	<b>0.559</b>	<b>0.942</b>	<b>1.282</b>	<b>1.481</b>	<b>4.718</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo VII: Registro de consumo de alimento acumulado (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA					
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA
<b>T1</b>	1	0.132	0.430	1.047	1.998	3.305	4.809
	2	0.130	0.465	1.042	1.874	3.031	4.332
	3	0.132	0.454	1.022	1.958	3.225	4.634
	4	0.135	0.455	1.024	1.974	3.208	4.689
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.132</b>	<b>0.451</b>	<b>1.034</b>	<b>1.951</b>	<b>3.192</b>	<b>4.616</b>
<b>T2</b>	1	0.134	0.446	0.980	1.805	2.967	4.278
	2	0.134	0.458	1.045	2.058	3.458	5.078
	3	0.139	0.448	1.003	1.877	3.157	4.629
	4	0.141	0.469	1.060	2.067	3.438	4.995
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.137</b>	<b>0.455</b>	<b>1.022</b>	<b>1.952</b>	<b>3.255</b>	<b>4.745</b>
<b>T3</b>	1	0.137	0.460	1.005	2.028	3.339	4.999
	2	0.138	0.445	1.006	1.929	3.261	4.734
	3	0.128	0.450	1.024	1.966	3.264	4.689
	4	0.140	0.460	1.015	1.897	3.083	4.449
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.136</b>	<b>0.454</b>	<b>1.013</b>	<b>1.955</b>	<b>3.237</b>	<b>4.718</b>

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo VIII: Registro de conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA					
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA
<b>T1</b>	1	1.321	1.262	1.859	1.693	1.557	2.390
	2	1.341	1.344	1.698	1.397	1.513	1.934
	3	1.514	1.344	1.548	1.611	1.618	2.117
	4	1.369	1.319	1.620	1.573	1.584	2.278
	<b>PROMEDIO</b>	<b>1.386</b>	<b>1.317</b>	<b>1.681</b>	<b>1.569</b>	<b>1.568</b>	<b>2.180</b>
<b>T2</b>	1	1.428	1.259	1.450	1.517	1.409	2.012
	2	1.298	1.329	1.451	1.741	1.768	2.505
	3	1.482	1.180	1.386	1.499	1.691	2.245
	4	1.354	1.298	1.492	1.641	1.820	2.419
	<b>PROMEDIO</b>	<b>1.390</b>	<b>1.266</b>	<b>1.445</b>	<b>1.599</b>	<b>1.672</b>	<b>2.295</b>
<b>T3</b>	1	1.505	1.332	1.578	1.875	1.579	2.659
	2	1.483	1.274	1.649	1.615	1.698	2.284
	3	1.404	1.277	1.635	1.560	1.735	2.226
	4	1.362	1.338	1.526	1.547	1.500	2.170
	<b>PROMEDIO</b>	<b>1.438</b>	<b>1.305</b>	<b>1.597</b>	<b>1.649</b>	<b>1.628</b>	<b>2.335</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo IX: Registro de conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA					
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA	6TA
<b>T1</b>	1	0.892	1.120	1.462	1.563	1.561	1.751
	2	0.898	1.180	1.420	1.410	1.447	1.566
	3	0.983	1.214	1.380	1.481	1.532	1.673
	4	0.919	1.169	1.383	1.468	1.511	1.690
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.923</b>	<b>1.171</b>	<b>1.411</b>	<b>1.481</b>	<b>1.513</b>	<b>1.670</b>
<b>T2</b>	1	0.944	1.144	1.293	1.386	1.395	1.540
	2	0.886	1.159	1.307	1.490	1.591	1.801
	3	0.982	1.110	1.248	1.353	1.472	1.653
	4	0.928	1.159	1.324	1.461	1.586	1.777
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.935</b>	<b>1.143</b>	<b>1.293</b>	<b>1.423</b>	<b>1.511</b>	<b>1.693</b>
<b>T3</b>	1	0.992	1.209	1.384	1.595	1.589	1.834
	2	0.984	1.168	1.395	1.492	1.570	1.739
	3	0.920	1.150	1.380	1.460	1.559	1.715
	4	0.929	1.179	1.347	1.433	1.458	1.622
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.956</b>	<b>1.176</b>	<b>1.376</b>	<b>1.495</b>	<b>1.544</b>	<b>1.727</b>

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo X: Registro de mortalidad semanal y total para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANA					TOTAL	
		1RA	2DA	3RA	4TA	5TA		6TA
<b>T1</b>	1	0.872	0.000	1.430	0.335	0.112	0.673	3.381
	2	0.327	0.109	2.957	0.226	0.339	1.022	4.907
	3	0.872	0.550	1.770	0.450	0.566	1.593	5.671
	4	0.546	0.220	2.200	0.337	0.113	0.565	3.930
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.654</b>	<b>0.220</b>	<b>2.089</b>	<b>0.337</b>	<b>0.282</b>	<b>0.963</b>	<b>4.472</b>
<b>T2</b>	1	0.654	0.659	2.762	0.227	0.228	0.457	4.907
	2	0.763	0.769	1.440	0.112	0.450	1.017	4.471
	3	0.436	0.329	2.418	0.000	0.225	2.596	5.889
	4	0.546	0.878	2.326	0.227	0.341	0.570	4.803
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.600</b>	<b>0.659</b>	<b>2.236</b>	<b>0.142</b>	<b>0.311</b>	<b>1.160</b>	<b>5.018</b>
<b>T3</b>	1	0.545	0.548	2.977	0.568	0.343	1.261	6.107
	2	0.545	0.439	3.524	0.342	0.458	1.381	6.543
	3	0.328	0.548	1.872	0.112	0.899	1.927	5.568
	4	0.655	0.330	2.756	0.454	0.911	0.920	5.895
	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.518</b>	<b>0.466</b>	<b>2.782</b>	<b>0.369</b>	<b>0.653</b>	<b>1.372</b>	<b>6.028</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo XI: Registro de mortalidad diaria (N° de pollos muertos por día) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones**

FECHA	EDAD (días)	TRATAMIENTOS												TOTAL	
		T1				T2				T3					
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4		
21/03/2013	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5
22/03/2013	2	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	1	6	
23/03/2013	3	1	0	4	2	0	0	0	2	1	2	0	2	14	
24/03/2013	4	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	15	
25/03/2013	5	1	0	1	1	1	0	1	0	2	1	1	0	9	
26/03/2013	6	2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	7	
27/03/2013	7	1	2	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	9	
<b>Total</b>		8	3	8	5	6	7	4	5	5	5	3	6	65	
<b>Total (%)</b>		0.87	0.33	0.87	0.55	0.65	0.76	0.44	0.55	0.55	0.55	0.33	0.66	0.59	
<b>P.semanal</b>		0.65				0.60				0.52					
28/03/2013	8	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	3	
29/03/2013	9	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	5	
30/03/2013	10	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	2	0	7	
31/03/2013	11	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1	6	
01/04/2013	12	0	0	2	0	0	2	0	2	2	0	0	0	8	
02/04/2013	13	0	1	0	1	1	0	1	1	2	2	1	0	10	
03/04/2013	14	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
<b>Total</b>		0	1	5	2	6	7	3	8	5	4	5	3	49	
<b>Total (%)</b>		0.00	0.11	0.55	0.22	0.65	0.76	0.33	0.87	0.55	0.44	0.55	0.33	0.45	
<b>P. semanal</b>		0.22				0.65				0.46					
04/04/2013	15	9	25	14	18	19	11	18	20	24	31	12	22	223	
05/04/2013	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
06/04/2013	17	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	6	
07/04/2013	18	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0	6	
08/04/2013	19	1	0	0	2	3	1	0	0	1	0	0	1	9	
09/04/2013	20	1	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	7	
10/04/2013	21	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	6	
<b>Total</b>		13	27	16	20	25	13	22	21	27	32	17	25	258	
<b>Total (%)</b>		1.42	2.94	1.74	2.18	2.73	1.42	2.40	2.29	2.94	3.49	1.86	2.73	2.35	
<b>P. semanal</b>		2.07				2.21				2.76					

<sup>1</sup> **Tratamiento:** T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

FECHA	EDAD (días)	TRATAMIENTOS												TOTAL
		T1				T2				T3				
		R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	
11/04/2013	22	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	5
12/04/2013	23	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3
13/04/2013	24	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	4
14/04/2013	25	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
15/04/2013	26	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	7
16/04/2013	27	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
17/04/2013	28	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4
<b>Total</b>		3	2	4	3	2	1	0	2	5	3	1	4	30
<b>Total (%)</b>		0.33	0.22	0.44	0.33	0.22	0.11	0.00	0.22	0.55	0.33	0.11	0.44	0.27
<b>P. semanal</b>		0.33				0.14				0.35				
18/04/2013	29	1	0	2	0	0	2	0	0	1	0	1	0	7
19/04/2013	30	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4
20/04/2013	31	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	6
21/04/2013	32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3
22/04/2013	33	0	3	1	0	0	1	0	1	0	0	3	1	10
23/04/2013	34	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	2	6
24/04/2013	35	0	0	0	1	0	1	2	0	0	3	0	1	8
<b>Total</b>		1	3	5	1	2	4	2	3	3	4	8	8	44
<b>Total (%)</b>		0.11	0.33	0.55	0.11	0.22	0.44	0.22	0.33	0.33	0.44	0.87	0.87	0.40
<b>P. semanal</b>		0.27				0.30				0.63				
25/04/2013	36	3	1	1	0	0	2	3	0	3	1	1	0	15
26/04/2013	37	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	7
27/04/2013	38	0	1	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0	8
28/04/2013	39	0	0	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	12
29/04/2013	40	2	0	4	0	1	0	7	1	3	1	1	3	23
30/04/2013	41	0	2	4	1	1	3	4	0	1	2	3	2	23
01/05/2013	42	1	3	4	2	1	2	6	1	2	3	8	2	35
<b>Total</b>		6	9	14	5	4	9	23	5	11	12	17	8	123
<b>Total (%)</b>		0.65	0.98	1.53	0.55	0.44	0.98	2.51	0.55	1.20	1.31	1.86	0.87	1.12
<b>P. semanal</b>		0.93				1.12				1.31				
<b>Mortalidad total</b>		4.47				5.02				6.03				

<sup>1</sup> **Tratamiento:** **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo XII: Registro de índice de eficiencia europea para cada tratamiento

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	Mortalidad	Peso vivo (Kg)	Conversión A.A	Edad (Días)	Total
<b>T1</b>	1	3.381	2.747	1.751	42	361
	2	4.907	2.767	1.566	42	400
	3	5.671	2.770	1.673	42	372
	4	3.930	2.774	1.690	42	375
	<b>PROMEDIO</b>	<b>4.472</b>	<b>2.765</b>	<b>1.670</b>	<b>42</b>	<b>377</b>
<b>T2</b>	1	4.907	2.778	1.540	42	408
	2	4.471	2.820	1.801	42	356
	3	5.889	2.800	1.653	42	379
	4	4.803	2.812	1.777	42	359
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.018</b>	<b>2.802</b>	<b>1.693</b>	<b>42</b>	<b>374</b>
<b>T3</b>	1	6.107	2.726	1.834	42	332
	2	6.543	2.722	1.739	42	348
	3	5.568	2.734	1.715	42	358
	4	5.895	2.744	1.622	42	379
	<b>PROMEDIO</b>	<b>6.028</b>	<b>2.732</b>	<b>1.727</b>	<b>42</b>	<b>354</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo XIII: Cantidad de alimento consumido por pollo en cada etapa para cada tratamiento

TRATAMIENTO	REPETICION	Kg de alimento consumido por pollo						Consumo total (Kg)
		Preinicio	Inicio	Crecimiento	Engorde polvo	Engorde pellet	Acabado	
<b>T1</b>	1	0.132	0.136	0.956	0.932	1.265	1.386	4.807
	2	0.130	0.136	0.966	0.786	1.188	1.126	4.332
	3	0.132	0.138	0.953	0.880	1.242	1.286	4.631
	4	0.135	0.137	0.954	0.840	1.295	1.329	4.689
	<b>Promedio</b>	<b>0.132</b>	<b>0.137</b>	<b>0.957</b>	<b>0.860</b>	<b>1.247</b>	<b>1.282</b>	<b>4.615</b>
<b>T2</b>	1	0.134	0.137	0.941	0.766	1.076	1.232	4.287
	2	0.134	0.138	0.959	0.951	1.319	1.580	5.080
	3	0.139	0.131	0.965	0.784	1.180	1.432	4.631
	4	0.141	0.139	0.972	0.933	1.363	1.452	4.999
	<b>Promedio</b>	<b>0.137</b>	<b>0.136</b>	<b>0.959</b>	<b>0.858</b>	<b>1.235</b>	<b>1.424</b>	<b>4.749</b>
<b>T3</b>	1	0.137	0.136	0.931	0.962	1.311	1.521	4.998
	2	0.138	0.136	0.935	0.793	1.316	1.420	4.736
	3	0.128	0.136	0.949	0.831	1.298	1.348	4.690
	4	0.140	0.137	0.954	0.790	1.201	1.228	4.450
	<b>Promedio</b>	<b>0.136</b>	<b>0.136</b>	<b>0.942</b>	<b>0.844</b>	<b>1.281</b>	<b>1.378</b>	<b>4.719</b>

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo XIV: Costo del alimento consumido por etapa para cada tratamiento

Tratamiento	Repetición	Alimento consumido por pollo en cada etapa (S./)							Total (S/)
		Preinicio	Inicio	Crecimiento	Engorde polvo	Engorde pellet	Acabado		
<b>T1</b>	1	0.219	0.200	1.300	1.207	1.558	1.679	6.163	
	2	0.216	0.201	1.315	1.018	1.463	1.364	5.575	
	3	0.219	0.203	1.297	1.139	1.529	1.558	5.945	
	4	0.224	0.202	1.298	1.087	1.595	1.610	6.015	
	<b>Promedio</b>	<b>0.219</b>	<b>0.201</b>	<b>1.302</b>	<b>1.113</b>	<b>1.536</b>	<b>1.553</b>	<b>5.925</b>	
<b>T2</b>	1	0.221	0.200	1.255	0.971	1.314	1.477	5.438	
	2	0.220	0.200	1.279	1.207	1.610	1.893	6.410	
	3	0.229	0.191	1.287	0.994	1.440	1.716	5.858	
	4	0.232	0.203	1.296	1.183	1.663	1.740	6.317	
	<b>Promedio</b>	<b>0.225</b>	<b>0.199</b>	<b>1.279</b>	<b>1.089</b>	<b>1.507</b>	<b>1.707</b>	<b>6.006</b>	
<b>T3</b>	1	0.222	0.196	1.227	1.205	1.580	1.799	6.230	
	2	0.224	0.196	1.232	0.993	1.585	1.679	5.910	
	3	0.209	0.196	1.251	1.042	1.564	1.595	5.856	
	4	0.228	0.197	1.258	0.990	1.447	1.453	5.573	
	<b>Promedio</b>	<b>0.221</b>	<b>0.196</b>	<b>1.242</b>	<b>1.057</b>	<b>1.544</b>	<b>1.632</b>	<b>5.892</b>	

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo XV: Precio de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas, durante la investigación.**

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Precio por Kg (Dólares)</b>	<b>Precio por Kg en (soles)</b>
Maíz	0.34	0.87
Torta de Soya	0.60	1.56
Soya Integral	0.63	1.64
Soya fermentada	4.30	11.18
Premix Inicio	2.00	5.20
Premix Crecimiento	2.00	5.20
Premix Engorde	2.00	5.20
Premix Acabado	2.00	5.20
Harina De Pescado	1.25	3.25
Carbonato De Calcio	0.03	0.07
Aceite De Soya	1.39	3.61
Fosfato dicálcico	0.65	1.69
Bicarbonato De Sodio	0.31	0.81
Sal común	0.03	0.09
L-Lisina	2.20	5.72
L-Treonina	3.50	9.10
Vegpro Liquido	6.00	15.60
Ac. Propiónico	1.20	3.12
Silimarina	13.53	35.18
DL-Metionina	5.20	13.52
Allzyme SSF	12.00	31.20
Cocarboxilasa (Glukogen C 40)	6.00	15.60

Precio de cambio del dólar 2.6 soles/dólar; Marzo 2013

Anexo XVI: Niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos para todos los tratamientos, obtenidos de la muestra de sangre tomada a los pollos a los 42 días de edad.

REPETICIÓN	NIVEL DE GLUCOSA (mg/dl)			NIVEL DE COLESTEROL (mg/dl)			NIVEL DE TRIGLICERIDOS (mg/dl)		
	TRATAMIENTO			TRATAMIENTO			TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	138	137	175	78	102	118	119	124	108
2	187	207	159	336	148	118	101	87	69
3	173	146	193	78	91	85	95	101	112
4	180	181	163	98	108	123	145	73	97
5	250	150	239	117	95	135	125	78	112
6	130	126	152	110	109	124	115	115	71
7	207	147	174	172	118	95	110	108	60
8	182	212	162	119	95	96	79	86	63
9	135	149	188	96	73	106	101	116	67
10	183	146	147	90	84	118	89	75	78
11	201	122	159	82	106	93	145	127	97
12	153	146	134	80	129	104	97	73	86
<b>PROMEDIO</b>	<b>177</b>	<b>156</b>	<b>170</b>	<b>121</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>97</b>	<b>85</b>

Fuente: Laboratorio de Bioanálisis, Facultad de Ciencias, UNALM.

<sup>1</sup> Tratamiento: T1, Dieta control ; T2, Dieta ajustada con cocarboxilasa; T3, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

Anexo XVII: Niveles de HDL, LDL y VLDL para todos los tratamientos, obtenidos de la muestra de sangre tomada a los pollos a los 42 días de edad.

REPETICIÓN	NIVEL DE HDL (mg/dl)			NIVEL DE LDL (mg/dl)			NIVEL DE VLDL (mg/dl)		
	TRATAMIENTO			TRATAMIENTO			TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	85	43	76	17	34	20	24	25	22
2	85	61	72	231	70	32	20	17	14
3	88	81	81	9	10	19	19	20	22
4	90	60	61	21	33	43	29	15	19
5	74	63	57	18	16	56	25	16	22
6	73	57	74	13	29	36	23	23	14
7	73	74	63	76	22	20	22	22	12
8	69	69	72	34	9	11	16	17	13
9	78	68	64	2	18	28	20	23	13
10	67	56	74	5	13	28	18	15	16
11	76	61	61	23	20	13	29	25	19
12	107	61	55	8	53	32	19	15	17
<b>PROMEDIO</b>	<b>80</b>	<b>63</b>	<b>68</b>	<b>38</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>17</b>

Fuente: Laboratorio de Bioanálisis, Facultad de Ciencias, UNALM.

<sup>1</sup> Tratamiento: **T1**, Dieta control ; **T2**, Dieta ajustada con cocarboxilasa; **T3**, Dieta ajustada, sin cocarboxilasa (Control negativo)

**Anexo XVIII: Control de densidad (pollos/m<sup>2</sup>) dentro del galpón, durante la investigación.**

<b>Edad (días)</b>	<b>Largo de corral (m)</b>	<b>Ancho de corral (m)</b>	<b>Área del corral (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad (N° de pollos/m<sup>2</sup>)</b>
1-4	5	5	25	36.68
5	5	5.5	27.5	33.34
6-8	5	6	30	30.56
9-10	5	6.5	32.5	28.21
11-12	5	7.5	37.5	24.45
13-14	5	8.5	42.5	21.57
15-16	5	9	45	20.37
17-18	5	9.5	47.5	19.3
19-20	5	12.7	63.5	14.44
21-24	7	12.7	88.9	10.31
25-42	10	12.7	127	7.22

Anexo XIX: Control de temperatura interna dentro del galpón.

