

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**



**“RACTOPAMINA Y NIVEL DE PROTEÍNA DE LA DIETA,
RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA
CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*)”**

Presentada por:

MADELINE VICTORIA GARCÍA LEANDRO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICIÓN**

Lima - Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**

**“RACTOPAMINA Y NIVEL DE PROTEÍNA DE LA DIETA,
RESPUESTA PRODUCTIVA Y CARACTERÍSTICAS DE LA
CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

MADÉLINE VICTORIA GARCÍA LEANDRO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Sergio Rojas Montoya
PRESIDENTE

Ph.D. Carlos Vílchez Perales
PATROCINADOR

Ph.D. Víctor Vergara Carrasco
MIEMBRO

Mg.Sc. Víctor Hidalgo Lozano
MIEMBRO

DEDICATORIA:

A Jehová, por permitirme terminar este trabajo y darme vida. Por ser un Dios puro de amor.

A mi madre, mi querida mamita. Una mujer que siempre me ayudó, ayuda y ayudará en la vida. Te admiro y amo muchísimo, aunque sea difícil decírtelo.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco en primer lugar al Dr. Carlos Vílchez, por ser un excelente profesional, un maestro, que siempre me apoyo en la elaboración de este trabajo. Gracias por su tiempo y comprensión. Sin su ayuda no hubiera podido terminar este trabajo.

A la Dr. Teresa Arbaiza por apoyarme en el procesamiento de las muestras en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

A mi querida amiga Eliana Yauri, por apoyarme incondicionalmente en la realización de este trabajo, sin ti no hubiera podido realizarlo. Mi eterno agradecimiento.

A Bryam Ramírez, por apoyarme en la toma de muestras, y en cada cosa que te pido. Gracias, eres mi sobrino preferido.

A mis grandes amigos y colegas, por apoyarme en la preparación de la sustentación de este trabajo. Muchas gracias Juan Olazabal por tu invaluable ayuda y tus acertados comentarios. Gracias Rosina Camargo y Mariela Huamán por su amistad y apoyo no solo en el ámbito profesional sino también en lo personal.

A mi gran amigo y colega, Eloy Gonzales en el análisis de datos, eres un genio, gracias por siempre apoyarme.

Gracias a la empresa Bioservice en especial a sus líderes Isabel Koga, Robert Tinoco y Arnaldo Alvarado. Se me dio las facilidades para desarrollarla y concluirla adecuadamente. Muchas Gracias Robert Tinoco por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1 Ractopamina	3
1.1 Definición	3
1.2 Efectos del uso de RAC	4
1.3 Farmacocinética	6
1.4 Interacción de RAC con otros nutrientes	9
1.5 Utilización de RAC en alimentación animal	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
1 Lugar de estudio	12
2 Tamaño de muestra	12
3 Dietas experimentales	13
4 Tratamientos	13
5 Mediciones	13
5.1 Parámetros productivos	13
5.2. Características de la carcasa	15
5.3. Concentración de metabolitos séricos	16
6 Análisis estadístico	16

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	32
VIII. ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1:

Composición porcentual de las dietas experimentales y valor nutricional calculado de dietas experimentales.....19

Tabla 2:

Comportamiento productivo de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días).....25

Tabla 3:

Características de la carcasa de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días).....27

Tabla 4:

Composición química de la carcasa de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días).....31

Tabla 5:

Bioquímica sérica de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días)33

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Estructura química de la Ractopamina.....	9
Figura 2: Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos.....	14

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo I: Análisis Proximal de alimento para cuyes T1.....	49
Anexo II: Análisis Proximal de alimento para cuyes T3.....	50
Anexo III: Análisis Proximal de alimento para cuyes T5.....	51
Anexo IV: Base de datos de los parámetros productivos de cuyes.....	52
Anexo V: Base de datos de las características de la carcasa de cuyes.....	53
Anexo VI: Base de datos Análisis proximal carcasa de cuyes.....	54
Anexo VII: Base de datos: metabolitos séricos iniciales y finales.....	55

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del Clorhidrato de Ractopamina (RAC) y el nivel de proteína de la dieta sobre la respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Se emplearon 96 cuyes machos de 49 días de edad que se distribuyeron en 24 pozas. Cada poza fue una unidad experimental con cuatro cuyes. Se les administró seis dietas con dos niveles de RAC (0 y 10 ppm) y tres niveles de proteína (17, 18 y 19%) por un periodo de tres semanas. Se determinaron los parámetros productivos (pesos vivos, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia), características de la carcasa (grasa de cobertura, rendimiento de la carcasa, composición química de la carcasa) y la concentración de metabolitos séricos. Para este ensayo se utilizó un diseño completamente randomizado con un arreglo factorial 2x3. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS, el valor de alfa < 0.05 para considerar las diferencias entre tratamientos como estadísticamente significativas. En el presente estudio no se evidenció efecto por adición de RAC ni de niveles de proteína en la ganancia de peso, conversión alimenticia, grasa de cobertura, rendimiento de carcasa, por el contrario, el nivel de 19% de proteína disminuyó el rendimiento de la carcasa en 2.5%. En cuanto a las características de la carcasa no hay efecto de adición de RAC ni de niveles de proteína en el contenido de proteína de la carcasa, así mismo existe interacción entre RAC y el nivel de proteína para los niveles de extracto etéreo. RAC tuvo efecto sobre el contenido de ceniza disminuyendo en 13.75% el contenido en las dietas con RAC. La información generada sobre la bioquímica sérica en cuyes no es valedera.

Palabras claves: características de la carcasa, *cavia porcellus*, metabolitos séricos, proteína, parámetros productivos, Ractopamina,

ABSTRACT

The aim of the present study was to determine the effect of Ractopamine hydrochloride (RAC) and the level of protein in the diet on the productive response and characteristics of the housing of Guinea pigs (*Cavia porcellus*). 96 Guinea pig male of 49 days of age were distributed in 24 pens. Each pen was an experimental unit with four guinea pigs. The guinea pigs were feeded with six diets with two levels of RAC (0 and 10 ppm) and three levels of protein (17, 18 and 19%) for a period of three weeks. Productive parameters (live weights, weight gain, feed intake, feed conversion intake), characteristics of the housing (fat coverage, housing performance, chemical composition of housing) and the concentration of serum metabolites were determined. This trial design was used a completely randomized arrangement 2x3 factorial. The data were analyzed with the statistical package SAS. The value of alfa was < 0.05 to consider the differences between treatments such as statistically significant. In the present study no effect of addition of RAC or levels of protein in weight gain, feed conversion, carcass fat, carcass yield was evident, however, the level of 19% of protein decreased performance housing is 2.5%. As for the characteristics of the housing No effect RAC addition or protein levels in the protein content of the housing Likewise interface between protein level and RAC for ether extract levels. RAC took effect on ash content decreased by 13.75% the content in diets with the RAC. Information generated on serum biochemistry in guinea pigs is not valid.

Key words: carcass characteristics, *Cavia porcellus*, serum metabolites, protein, production parameters, Ractopamine

I. INTRODUCCIÓN

Las actuales exigencias de los consumidores de carne han cambiado ya que se espera consumir carnes con bajos niveles de grasas saturadas. Estas nuevas exigencias han traído consigo que la industria productora de carne busque nuevas alternativas para mejorar el rendimiento de los animales explotados. Dentro de las estrategias utilizadas esta la adición de aditivos a las raciones de los animales. El clorhidrato de ractopamina (RAC) es uno de estos aditivos que está siendo utilizado extensamente en animales de abasto. El RAC es un agonista β -adrenérgico (A β A) el cual es usado para mejorar las características deseables sobre la producción y la calidad de la carne con una baja peligrosidad para el consumidor. Recientemente, una gran cantidad de información se ha generado con RAC en diversas especies.

La RAC está siendo utilizada como promotor de crecimiento en diferentes explotaciones animales, con la finalidad de incrementar el crecimiento y la eficiencia alimenticia, con una reducción en los costos de producción y una mejor calidad del producto cárnico. La utilización de RAC difiere en potencia, ya que las células y los tejidos varían en la expresión del tipo de receptores β -adrenérgicos, y como consecuencia, sus efectos se asocian con la dosis, duración del tratamiento, tipo de A β A y especie a la que se administra.

El cuy (*Cavia porcellus*) posee una carne agradable y nutritiva, siendo excelente fuente de proteínas de origen animal. La creciente demanda de la carne de cuy ha traído consigo el incremento del interés por la explotación de esta especie. Pese a la abundante información de los usos de RAC en animales domésticos como cerdos, bovinos, ovino y aves, no existen datos relacionados con cuyes, por lo que es importante determinar la dosis óptima, el esquema de

administración y la duración de la administración al utilizar estos compuestos, y sus efectos sobre el crecimiento y la composición de la carcasa de cuyes.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la RAC y el nivel de proteína de la dieta sobre respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Ractopamina

1.1. Definición

Es un fármaco que se utiliza como aditivo alimenticio para animales con el fin de promover el crecimiento, aumentar la masa muscular y decrecer la grasa. La forma química comercial de este aditivo es el clorhidrato de Ractopamina (RAC) (García 2002). Hasta el momento tanto la agencia de Normas Alimentarias y el Codex Alimentarius, no han llegado a un consenso sobre el nivel máximo residual de RAC (Muller, 2000).

La RAC es una molécula orgánica pequeña clasificada por su estructura química como feniletanolamina. RAC actúa como un agonista β - adrenérgico ($A\beta A$), estimulando los receptores beta a nivel de la membrana celular, los cuales están presentes tanto en el músculo esquelético como en el tejido adiposo y son los encargados de modificar las características de la canal sin requerir tiempo de retiro antes del sacrificio (Muller 2000). Colbert *et al.* (1991), evidenciaron que la RAC posee propiedades significantes de agonista β_1 y β_2 . La estructura general de los $A\beta A$ consta de un anillo aromático, un grupo hidroxilo unido al carbono β , un nitrógeno alifático y una cadena R (Smith, 1998) (Fig. 1).

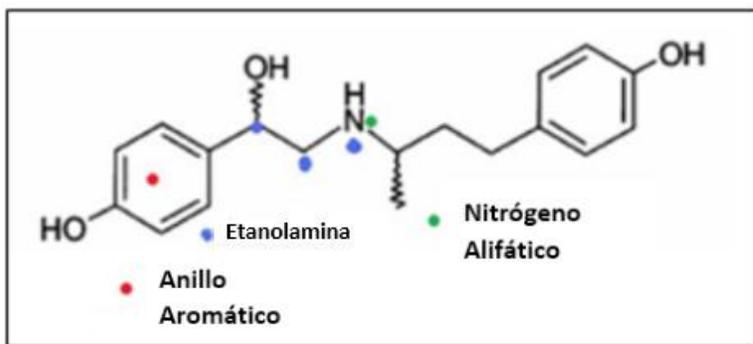


Figura 1: Estructura química de la Ractopamina
Fuente: Silva *et al.* (2011)

En general, los A β A se aplican a los broncodilatadores para el tratamiento en humanos de enfermedades pulmonares y el asma (Kuiper *et al.*, 1998). En alimentación animal, los A β A, han sido utilizados como promotores de crecimiento y repartidor de nutrientes (Xiong *et al.*, 2006). Su uso como aditivo ha sido prohibido en algunos países como China (MOA Reglamento 176 de 2002 República Popular de China) y la Unión Europea (Decisión de la Comisión 1996/23 / CE). Sin embargo, en el 2003, el RAC fue aprobado por la Food & Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de Norte América para su uso en el ganado vacuno de acabado.

La RAC se comercializa como una mezcla de cuatro esteroisómeros (RR, RS, SR, SS) y es utilizado como aditivo en la alimentación de los animales domésticos debido a su papel en la disminución de la deposición de tejido adiposo y aumento en la acumulación de proteína (Xiong *et al.*, 2006). Ricke *et al.* (1999) demostraron en un estudio realizado en ratas que el isómero RR de RAC es el responsable de la mayoría de los efectos en la disminución de grasa en la carne.

El metabolismo de los A β A y la afinidad para unirse a sus receptores están afectados por las sustituciones que se realizan en el anillo aromático con distintos radicales; mientras que el grupo amino al encontrarse ionizado provoca que la mayoría de los A β A no sean lipofílicos a menos que existan regiones dentro de la molécula que sean lipofílicas e interactúen con la grasa; por su parte, el carbono β determina la quiralidad (estereoisómeros levógiros y dextrógiros), la cual es determinante para que el A β A tenga actividad biológica (Smith, 1998). Mersmann (1998), señala que la actividad biológica de los A β A depende de la afinidad por los receptores β -adrenérgicos y de su composición química, características que afectan la absorción, distribución, metabolismo y eliminación de los compuestos.

1.2. Efectos del uso de RAC

RAC actúa liberando nutrientes y estimulando la síntesis de proteína en los animales por lo que se puede evidenciar una importante mejora de la ganancia de peso, de la conversión alimenticia y de algunos parámetros de la carcasa. El efecto de la RAC sobre estos parámetros puede ser explicado por las alteraciones metabólicas provocadas por el aditivo, principalmente en la síntesis de proteína, que se evidencia en el aumento de la proteína en la carcasa que agrega 35% de agua ligada al músculo (Cuarón *et al.*, 2002).

La RAC tiene influencia sobre la deposición de músculo o grasa y está relacionado con la respuesta celular incluyendo lipólisis, gluconeogenesis y la estimulación de la glucogenolisis. En el tejido adiposo la activación de los receptores β -adrenérgicos promueve la degradación de lípidos y reduce el contenido de grasa corporal (Armstrong *et al.*, 2004). Por lo tanto; el incremento en el contenido de carne magra está relacionado por la reducción de la síntesis de tejido adiposo y por el incremento correspondiente a la síntesis de proteína del tejido muscular.

El flujo de glucosa y de aminoácidos a los miocitos provoca un aumento en la tasa de síntesis de proteína y finalmente una hipertrofia de los miofibrilos, sobre todo en el tejido muscular estriado, lo que promueve un crecimiento del músculo, muy parecido al que se induce por el ejercicio en individuos adultos. El número de fibras musculares se mantiene, pero el tamaño o diámetro de las fibras se incrementa; además (importante en la calidad de la carne), no se altera la proporción entre las fibras blancas y rojas (Cuarón *et al.*, 2002).

La adición de RAC hace que las fibras musculares se agranden y con ello el animal alcanza más peso al sacrificio y por lo tanto, más peso de los cortes primarios, pero sin aumentar el número de fibras (Cuarón *et al.*, 2002). Sin embargo, la respuesta al uso de RAC disminuye con el tiempo, siendo más pronunciada durante las dos primeras semanas, reduciéndose posteriormente (See *et al.*, 2004) principalmente debido a la retroregulación de los receptores β , por lo que no es posible utilizarla por mucho tiempo, siendo el período normal de uso de 21 a 28 días, aunque hay estudios en los que se deja un lapso de tiempo para que los receptores vuelvan a la normalidad y se comienza a usar nuevamente, esta no es una práctica habitual (Fernández *et al.*, 2002).

El período más apropiado para la utilización de RAC es al final del engorde, debido a que en esta etapa la categoría en la cual los animales están destinando más cantidad de nutrientes para la síntesis de grasa y la síntesis de proteína está cayendo en este momento, es entonces cuando mayores ventajas se obtienen (Rikard- Bell, 2009). En cerdos se utiliza a una dosis de 5 a 10 ppm para aumentar la ganancia de peso y mejorar la conversión alimenticia, así mismo incrementar la dosis de 10 a 20 ppm aumenta la magrez de la canal y el porcentaje de rendimiento de la misma (Armstrong *et al.*, 2004).

Los resultados respecto a ganancia de peso, conversión alimenticia y al tejido magro con el uso de RAC son en general dosis dependiente y no se observan variaciones en el consumo de alimento (Adeola *et al.*, 1990; Armstrong *et al.*, 2004; See *et al.*, 2004; Weber *et al.*, 2006) o incluso puede decrecer un poco. Los primeros estudios con RAC fueron llevados a cabo con una dosis de 20 ppm de alimento donde las respuestas en la carcasa son máximos (Armstrong *et al.*, 2004) pero sin embargo esta dosis en muchos países no presenta la mejor rentabilidad (Brumm *et al.*, 2004; Crome *et al.*, 1996).

La RAC altera la forma en que los nutrientes se dirigen hacia los depósitos de grasa y acumulación de músculo. El tejido adiposo se reduce a través de una disminución en la tasa de la lipogénesis, un aumento de la lipólisis (Merkel *et al.*, 1987), un aumento de la síntesis de proteínas musculares y un aumento en la abundancia de ARNm de la miosina y la actina (Helferich *et al.*, 1988). RAC reduce la grasa y aumenta la musculatura al tiempo que mejora el rendimiento del crecimiento (Jones *et al.*, 1988).

1.3. Farmacocinética

La RAC al igual que otros A β A son fármacos que pueden ser detectados en sangre rápidamente después de su administración oral y su excreción y a pesar de ser rápida permite que ocurra acumulación del compuesto en tratamientos crónicos (Byrem *et al.*, 1992). En animales domésticos y humanos presenta una rápida y muy completa absorción vía digestiva (Smith, 1998) y presenta una excelente biodisponibilidad (Smith, 2000). En general, el pH del tracto gastrointestinal influye en la absorción, un pH ácido en el favorece la ionización del compuesto, mientras que un pH neutro disminuye la ionización y favorece la absorción pasiva a través de la mucosa intestinal. Los niveles plasmáticos más altos se alcanzan 1 y 3 horas después de la administración oral (Smith, 1998; Sumano *et al.*, 2002).

La unión a proteínas plasmáticas en la mayoría de los β -agonistas es insignificante y existe una considerable distribución extravascular de la dosis administrada. La eliminación por vía intravenosa es predominantemente renal mientras que las dosis vía oral son eliminadas por biotransformación (Morgan, 1990). La biotransformación está determinada también por factores ambientales o genéticos y por interacción con otros medicamentos, por lo que los efectos pueden cambiar de un individuo a otro (variación inter-individual) o inclusive en el mismo individuo a

diferentes dosis (variación intra-individual) (Brès *et al.*, 1985). Más del 50% de los compuestos A β A se eliminan en las 48 h siguientes a la administración, principalmente por vía urinaria (Shelver y Smith, 2002).

Smith (2000) encontró en cerdos que recibieron dietas con 1 ppm RAC por 7 días, los residuos totales en la canal de cerdos sin periodo de retiro fueron altos en pulmones e hígado, siendo el doble de altos a los residuos encontrados en riñón y 15 veces más que los hallados en el músculo esquelético y tejido adiposo. Así, a los 3 días del retiro los residuos en hígado disminuyeron 10 veces su valor, aunque fueron mayores a los encontrados en otros tejidos, mientras que, a los 7 días del retiro, los residuos en músculos, grasa y vísceras disminuyeron a menos de 5 ppb, con excepción del hígado en el que aún se encontraron 15 ppb.

Shelver y Smith (2002) midieron la excreción urinaria y residuos de RAC en hígado y riñones de vaquillas, ovejas y patos; encontrando que tanto bovinos como ovinos excretan cantidades detectables de residuos de RAC y metabolitos en la orina hasta por 5 a 7 días post-retiro. En cambio, no encontraron residuos detectables de RAC en vísceras de pato, aún sin periodo de retiro; mientras que, en ovejas y vaquillas, los residuos en hígado y riñón desaparecieron a un nivel no detectable (2.5 ppb) a los 7 días.

La RAC se une a la melanina en pelo y tejido pigmentado del ojo, y pueden ser detectados en estos tejidos por más tiempo que en otros como los músculos y vísceras (Shelver y Smith, 2002). Cabe mencionar que para los A β A como RAC, el fármaco original es el residuo marcador único de importancia sanitaria, por lo que se considera a lo encontrado como el 100% de los residuos totales en el músculo, la grasa y la leche y 60% de los residuos totales en el hígado y riñón (Sumano *et al.*, 2002).

Dunshea *et al.* (1993) encontraron que la deposición de proteína en respuesta a la RAC se anula en dietas con bajo contenido de PC (8.5%), mientras que se obtiene un incremento de 21% en la deposición al incrementar en 3% el contenido de proteína en la dieta. Este efecto se explica ya que los agonistas β -adrenérgicos incrementan la eficiencia con la cual esta proteína es utilizada para el crecimiento (Reeds y Mersmann, 1991).

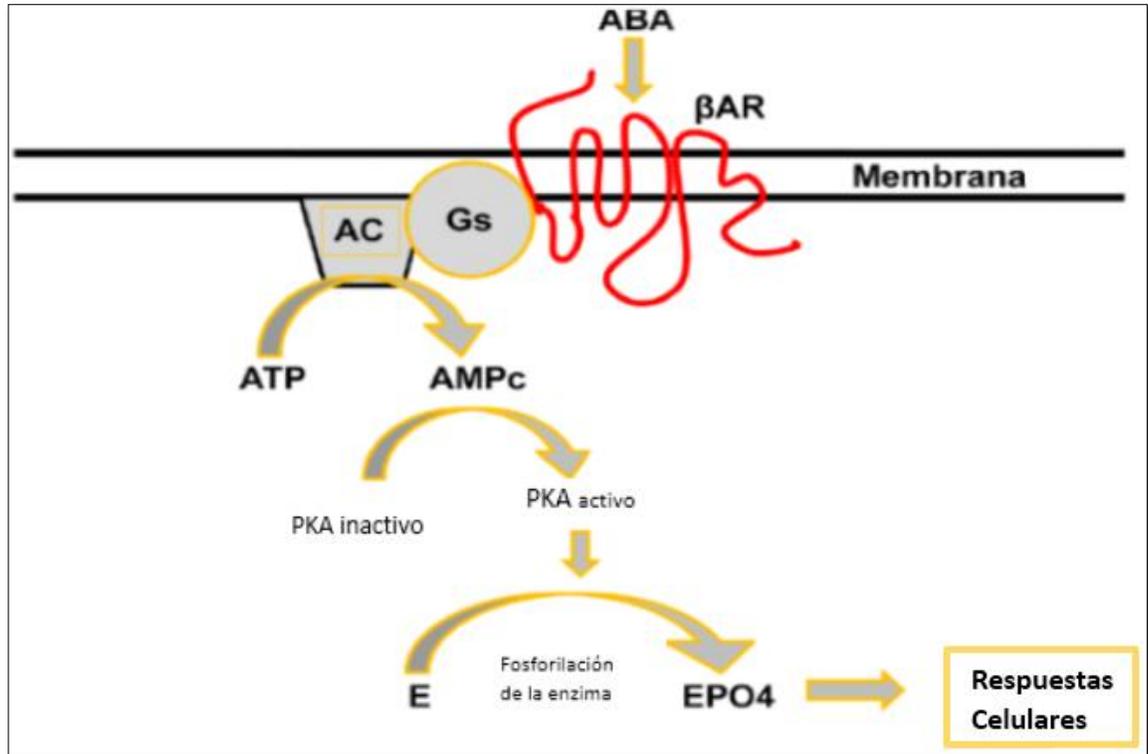


Figura 2: Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos

ABA: Agonista β -adrenérgicos, β AR: receptor β -adrenérgico, GS: Proteína Activa, AC: Enzima Adenilato Ciclasa, ATP: Adenosina Trifosfato, AMPc: Monofosfato cíclico de adenosina, PKA: Proteína quinasa A, E: Enzima Fosforilasa glicogenica, EPO4: Enzima fosforilada

Fuente: Cantarelli (2007)

Existe evidencia del incremento en los niveles sanguíneos de ácidos grasos libres posterior a la aplicación de RAC, en bovinos, ovinos y cerdos, lo cual es indicativo de un mecanismo lipolítico agudo (Dunshea, 1993). Sin embargo, este efecto se pierde a los 8 días del inicio del tratamiento con RAC, en cerdos (Dunshea, 1993). O'Connor *et al.* (1991) mencionan que el efecto lipolítico agudo no es el principal mecanismo por el cual los A β A provocan la reducción en el tejido adiposo, sino que es el mecanismo anti-lipogénico.

Page *et al.* (2004), encontraron un incremento en la apoptosis (muerte celular programada) del tejido adiposo en ratas que recibieron RAC por 21 días, aunque señalan que el mecanismo de estos hallazgos aún se desconoce. Los cambios tanto en el tejido muscular como en el tejido adiposo han mostrado ser transitorios, ya que en tratamientos crónicos se induce una reducción

en la respuesta, reduciendo las diferencias entre los animales control y tratados (Spurlock *et al.*, 1994; Birkelo, 2003).

En tratamientos crónicos, la insulina y la glucosa regresan a niveles basales (Zimmerli y Blum, 1990; Mersmann, 2002). Más aún los niveles de insulina pueden ser menores comparados con los previos al tratamiento (O'Connor *et al.*, 1991), sin afectar la utilización de glucosa por los tejidos (Eisemann y Huntington, 1988). O'Connor *et al.* (1991) atribuyen esta disminución en los niveles de insulina a un aumento en la sensibilidad de los tejidos hacia la insulina; sin embargo, Eisemann y Bristol (1998) en una investigación posterior, concluyen que no existe evidencia para afirmar que exista un cambio en la sensibilidad o respuesta de los tejidos a la insulina como un mecanismo de acción de RAC sobre la canal.

1.4. Interacción de RAC con otros nutrientes

Para optimizar el efecto de la RAC sobre el desempeño productivo y las características de la canal se han realizado diversos estudios donde se ha observado la interacción entre la RAC con otros nutrientes incluidos en la dieta (Crome *et al.* 1996). El incremento de lisina en la dieta se asocia a mejores características de la canal. La grasa dorsal y el contenido de carne magra en cerdos alimentados con dietas adicionadas con RAC alcanzaron su punto óptimo con un contenido de 1% de lisina digestible. Para que tenga un buen funcionamiento la RAC no solo es necesario el aporte de lisina y proteína sino también interacción con la energía. Las características de la canal tales como rendimiento de la canal, área del músculo *Longissimus dorsi* (AMLD), grosor de grasa dorsal, masa muscular, contenido de grasa, deposición de proteína son mejoradas con los β -agonistas sin que se afecten negativamente los factores de la calidad de la carne (ternura, jugosidad, marmoleo, color, sabor firmeza) (Chávez *et al.*, 2004).

Schinckel *et al.* (2003) señalan que el nivel de lisina suministrado en la dieta afecta la magnitud de la respuesta de RAC sobre las características de la canal. Sin embargo, Pérez *et al.* (2005) observaron en cerdos sin RAC y con el incremento de los niveles de lisina había una tendencia a disminuir el AMLD y un aumento al añadirse la RAC a mayores niveles de lisina. Schinckel *et al.* (2003), observaron una tendencia al aumento del AMLD a medida que se incrementaba el nivel de lisina (0 , 0.82 y 1.08%) en combinación con 20 ppm de RAC. Sin embargo, es

importante considerar que los efectos de la RAC están influenciados por la sensibilidad de tejido adiposo y la baja regulación del β -adrenoreceptor (Liu *et al.*, 1994).

Igualmente, la concentración de proteína cruda fue dependiente del nivel de lisina y RAC en la dieta ($P < 0.05$), donde la inclusión de RAC indujo a una mayor concentración de PC en el músculo, la cual incrementó al aumentar el nivel de lisina suministrado en 25.45; 25.81 y 25.86% a 0.95; 1.05 y 1.15%, respectivamente, contra los mismos niveles de lisina sin RAC 25.11; 25.83 y 24.44%. Lawrie (1998) reportó un contenido de PC en el músculo de 22.5%. La RAC induce el incremento del gen transcriptor α -actina y al incremento de ácido ribonucleico mensajero (ARNm) y probablemente otras proteínas miofibrilares, las cuales incrementan la síntesis proteica y disminuyen la degradación proteica (Grant *et al.*, 1995). Es importante señalar que la retención de nitrógeno es un proceso energético dependiente, en donde el potencial de retención nitrogenado se alcanza a un determinado nivel de ingestión energética (Noblet y Henry, 1991).

1.5. Utilización de RAC en alimentación animal

La RAC ha sido aprobada para su uso en animales de abasto en países como México (Norma Oficial Mexicana, NOM-EM-015-ZOO-2002) y Estados Unidos (FDA, 2000). La mayoría de los estudios con RAC se han conducido principalmente en la etapa de acabado de cerdos, ya que en esta especie favorece el incremento en la retención de nitrógeno y el crecimiento, disminuyendo la cantidad de grasa en la canal con el consecuente aumento en la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, rendimiento de la canal y disminución de la grasa de la canal (Anderson *et al.*, 1987; Armstrong *et al.*, 2004; See *et al.*, 2004).

Tanto en bovinos como ovinos se han reportado incrementos en la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y aumento de peso corporal total con el uso de RAC (Abney *et al.*, 2007; Robles-Estrada *et al.*, 2009)

Un efecto secundario interesante y que ha sido poco estudiado es el reportado por Marchant-Forde *et al.* (2003), quienes señalan que los cerdos a los que se les administró RAC por cuatro semanas fueron más difíciles de manejar y tuvieron altas concentraciones de catecolaminas en

sangre y una alta frecuencia cardiaca. Sin embargo, Baszczak *et al.* (2006) no observaron efectos adversos por la suplementación con ractopamina en el comportamiento del ganado bovino.

No se han reportado efectos tóxicos de RAC en animales ni por la ingesta de productos cárnicos derivados del uso de estos agentes (Sumano *et al.*, 2002). La contaminación de alimentos por A β A es considerado un problema de salud pública en Estados Unidos (Mitchell y Dunnavan, 1998), mientras que en la Unión Europea se prohíbe el uso de A β A para fines distintos a los de terapéutica veterinaria (Kuiper *et al.*, 1998). Sin embargo, al encontrar residuos en tejidos animales es imposible determinar si estos provienen del uso terapéutico legal o del uso ilegal como promotor del crecimiento (Smith, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Lugar de estudio:

La parte experimental del presente estudio se realizó en la Unidad Experimental de Cuyes del Programa de Investigación y Proyección Social de Carnes de la Facultad Zootecnia UNALM.

La preparación de las dietas se realizó en la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la UNALM

Tanto la evaluación nutricional de las dietas como la evaluación de la composición química de la carcasa de los cuyes se realizaron en el Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal de la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El procesamiento de las muestras para la determinación de metabolitos séricos se realizó en el Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

2. Tamaño de muestra:

Se utilizaron 96 cuyes machos de 49 días de edad, provenientes de la Granja de “Cieneguilla”, de la Facultad de Zootecnia de la UNALM, distribuidos al azar (sorteo) en 24 pozas, por cada poza se alojaron 4 cuyes. Cada poza fue considerada una unidad experimental. Los cuyes fueron diagnosticados clínicamente sanos y se les colocó un arete para su identificación de manera individual

3. Dietas experimentales:

Se formularon 6 dietas con dos niveles de ractopamina (0 y 10 ppm) y tres niveles de proteína (17, 18 y 19%) utilizando el programa Mixit-2, versión 2.3 (Tabla 1). El alimento fue ofrecido en polvo (harina). Se realizó el análisis proximal a cada dieta (Anexo I, II y III). Los animales consumieron estos alimentos por un periodo de tres semanas, correspondientes al periodo de engorda. Los animales consumieron agua y alimento a discreción.

4. Tratamientos:

Se estableció el número de tratamientos de acuerdo a los niveles de ractopamina y los niveles de proteína cruda, obteniéndose seis tratamientos (2x3). Los cuyes fueron distribuidos de manera aleatoria en los seis tratamientos, cada tratamiento constó de cuatro pozas, cada poza alojó cuatro cuyes. Los tratamientos fueron los siguientes:

- **T1:** 0ppm Ractopamina + PC 17%
- **T2:** 10ppm Ractopamina + PC 17%
- **T3:** 0ppm Ractopamina + PC 18%
- **T4:** 10ppm Ractopamina + PC 18%
- **T5:** 0ppm Ractopamina + PC 19%
- **T6:** 10ppm Ractopamina + PC 19%

5. Mediciones

5.1. Parámetros productivos

Pesos vivos: para determinar el peso vivo de los cuyes estos se pesaron de manera individual por la mañana y antes de ofrecerles alimento los días 0, 7, 14, 21 del experimento, utilizando una balanza electrónica y una canastilla para el manejo adecuado del animal.

Ganancia de peso: para determinar la ganancia de peso se obtuvo restando el peso al final del experimento al peso vivo al inicio del experimento.

Tabla 1: Composición porcentual de las dietas experimentales y Valor nutricional calculado de dietas experimentales

Insumos	T1*	T2*	T3*	T4*	T5*	T6*
Subproducto de trigo	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00
Torta de soya, 47	9.40	9.40	12.02	12.02	14.64	14.64
Heno de alfalfa	14.79	14.79	14.63	14.63	14.47	14.47
Maíz amarillo	8.85	8.85	6.37	6.37	3.92	3.92
Carbonato de calcio	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84
Sal común	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Secuestrante de micotoxinas	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
DL-Metionina	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17
Cloruro de colina	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Antifungico (MoldZap)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Premezcla (Vit+Min)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamina C (Rovimix 35)	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Total	100	100	100	100	100	100
Ractopamina ppm	0	10	0	10	0	10
Composición Nutricional calculada						
Proteína total, %	17.00	17.00	18.00	18.00	19.00	19.00
Fibra cruda, %	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
ED. Cuyes, Mcal/Kg	2.72	2.72	2.71	2.71	2.71	2.71
Lisina total, %	0.78	0.78	0.85	0.85	0.92	0.92
Metionina total,%	0.39	0.39	0.43	0.43	0.44	0.44
Met + Cist total, %	0.70	0.70	0.75	0.75	0.78	0.78
Treonina total, %	0.60	0.60	0.64	0.64	0.65	0.65
Sodio total, %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Calcio total, %	0.80	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82
Fosforo disponible, %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Vit. C, mg/Kg	100	100	100	100	100	100

- * T1.: Tratamiento 1: ED 2.72 Mcal, PC 17%
T2: Tratamiento 2: ED 2.72 Mcal, PC 17%, 10ppm Ractopamina
T3: Tratamiento 3: ED 2.71Mcal, PC 18%
T4: Tratamiento 4: ED 2.71Mcal, PC 18%, 10ppm Ractopamina
T5: Tratamiento 5: ED 2.71Mcal, PC 19%
T6: Tratamiento 6: ED 2.71Mcal, PC 19%, 10ppm Ractopamina

$$\text{Ganancia de peso (g)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial(g)}$$

Ganancia diaria de peso y ganancia de peso total: para determinar la ganancia diaria de peso (GDP) se dividió el incremento de peso en cada periodo entre el número de días del periodo, es decir se calculó incremento de peso semanal y se dividió entre siete. Para determinar la Ganancia de Peso Total se dividió el incremento de peso total durante el experimento entre 21 días que duro el experimento.

Consumo de alimento total: para determinar el consumo de alimento se pesó diariamente la cantidad de alimento suministrado y semanalmente se pesó el residuo. Se calculó el consumo neto por poza, teniendo en cuenta: el peso suministrado del concentrado y el peso residual del concentrado.

Conversión alimenticia: Se calculó la conversión alimenticia para cada tratamiento utilizando como parámetros los siguientes datos: Ganancia de peso total (g) y Consumo total de alimento (g).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo total de alimento}}{\text{Ganancia total de peso vivo (g)}}$$

5.2. Características de la carcasa

Grasa de cobertura: Se tomó un animal de cada unidad experimental y se pesó la grasa que fue extraída de las zonas del morrillo, piernas, brazos, a nivel de riñones, incluyendo la grasa que cubre los riñones; con este fin se extrajo la piel para facilitar la extracción de grasa de las zonas mencionadas.

Rendimiento de carcasa: Los cuyes fueron beneficiados a los 70 días de edad, seleccionándose un cuy por cada unidad experimental correspondientes, los cuales fueron puestos en ayuno durante 15 horas, siendo luego pesados y beneficiados. Los cuyes fueron pelados mediante un escaldado con agua caliente. Para la determinación del rendimiento de carcasa se consideró como tal al cuy eviscerado. Se registraron los siguientes pesos: vivo y eviscerado. Con estos datos se determinó el rendimiento de la carcasa al beneficio.

Composición química de la carcasa: Al final del experimento se congelaron dos hemiscarcasas por poza, para su posterior análisis químico proximal, donde se determinó la humedad, el contenido de materia seca, proteína, extracto etéreo y ceniza.

5.3. Concentración de Metabolitos séricos

Se obtuvieron muestras de sangre (1 ml) de dos cuyes por cada unidad experimental (elegidos al azar) mediante punción de la vena braquial antes de la comida de la mañana, al inicio y al final del experimento (día 0 y día 21). La sangre completa se dejó coagular a temperatura ambiente después de lo cual el suero se separó por centrifugación y se almacenó a -20 °C para el análisis posterior de glucosa, proteínas totales, triglicéridos y urea. Los metabolitos se cuantificaron por espectrofotometría.

6. Análisis estadístico:

En este ensayo se utilizó un Diseño Completamente Randomizado con un arreglo factorial 2x3 (seis tratamientos). Los factores fueron el nivel de ractopamina (0 y 10ppm) y el nivel de proteína (17, 18 y 19%).

El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = observación del i-ésimo nivel de tratamiento en la j-ésima repetición

μ = media general

A_i = Efecto del i-mo nivel de Ractopamina (i:1,2)

B_j = Efecto del j-mo nivel de proteína total (j:1,2,3)

AB_{ij} = Efecto de la interacción entre el i-mo nivel de ractopamina con el j-mo nivel de proteína

e_{ijk} = Error experimental.

Se registraron los datos de los parámetros productivos, características de la carcasa y metabolitos séricos y se analizaron con el paquete estadístico SAS (2002). Se fijó un valor de alfa < 0.05 para considerar las diferencias entre tratamientos como estadísticamente significativas. Tanto para los parámetros productivos como las características de la carcasa se analizaron con un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA) y para determinar variaciones entre tratamientos de las medias fueron comparadas mediante la prueba de mínima diferencia significativa aplicando un nivel de significancia de 5%. Para el caso de los metabolitos séricos los datos se transformaron para normalizarlos utilizando \log_{10} y cuadrática inversa. Estos datos se analizaron utilizando la prueba de t de student para muestras pareadas con un nivel de significancia de 5% para cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

El peso inicial de los cuyes en este experimento varió entre 676.3 g y 703.3 g, no existiendo diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P>0.05$). Tanto el peso final, ganancia de peso total y conversión alimenticia, no presentaron diferencia estadística significativa (Tabla 2). Sin embargo, hay diferencia estadística significativa ($P<0.05$) en el consumo de alimento ($P<0.05$) entre los tratamientos, existiendo interacción RAC-proteína ($P<0.05$). La base de datos completos de dichos parámetros se presenta en el Anexo IV.

Los datos de este estudio están en el rango de 9.71 g a 11.69 g, siendo estos datos similares a los reportados en estudios anteriores. Dichos estudios (Milla 2004; Torres *et al.*, 2006; Remigio., 2006; Inga 2008; Garibay 2009) reportan datos sobre la ganancia de peso diaria de cuyes en el rango de 10.4 g hasta 16.33 g, dependiendo del tipo de dieta, similares a los reportados en este estudio. Si bien no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos en la ganancia de peso de cuyes hay una tendencia a mayor ganancia de peso en animales con dietas con adición de RAC.

En este estudio no se evidencia efecto de RAC en la ganancia de peso, actualmente no se dispone información de estudios previos utilizando RAC en dietas de cuyes, sin embargo, en cerdos han sido probados ampliamente. Leal *et al.*, (2015), Ferreira *et al.*, (2011), Marinho *et al.*, (2007), Carr *et al.*, (2005) observaron en sus experimentos que hubo un aumento en el peso al final de los animales alimentados con RAC respecto a los controles. Sin embargo, datos reportados en otros estudios evidencian que no hubo diferencia en el peso final (Pereira *et al.*, 2008; Sánchez *et al.*, 2010).

En cuanto a la conversión alimenticia (CA), no hubo diferencia estadística significativa entre los seis tratamientos evaluados ($P>0.05$). Sin embargo, el T6 (Proteína: 19%; RAC: 10ppm) es el que muestra mejor CA (6.15) en comparación con los otros tratamientos. El T1 tuvo la menor

Tabla 2. Comportamiento productivo de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días)

Tratamiento	Ractopamina RAC (ppm)	Proteína cruda PC (%)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Ganancia peso total (g)	Consumo alimento total (g)	Conversión alimenticia
T1	0	17	676.3	880.2	203.9	5583.0	6.9
T2	10	17	703.3	937.8	234.5	5835.8	6.3
T3	0	18	683.4	916.9	233.6	5842.0	6.3
T4	10	18	683.0	906.4	223.4	5787.8	6.5
T5	0	19	691.8	899.8	207.9	5645.0	6.8
T6	10	19	694.0	939.5	245.5	5853.3	6.1
Efecto Ractopamina	0		683.8 ^a	898.9 ^a	215.1 ^a	5690.0 ^a	6.7 ^a
	10		693.4 ^a	927.9 ^a	234.5 ^a	5825.6 ^a	6.3 ^a
Efecto nivel proteína cruda		17	689.8 ^a	909.0 ^a	219.2 ^a	5709.4 ^b	6.6 ^a
		18	683.2 ^a	911.7 ^a	228.5 ^a	5814.9 ^a	6.4 ^a
		19	692.9 ^a	919.6 ^a	226.7 ^a	5749.1 ^b	6.5 ^a
FUENTE DE VARIACIÓN			PROBABILIDAD				
	Nivel de Ractopamina		0.752	0.855	0.766	0.248	0.906
	Nivel Proteína cruda		0.380	0.089	0.095	0.014	0.230
	Proteína*Ractopamina		0.524	0.227	0.186	0.047	0.459

^{a, b} Letras iguales indican que no existe diferencia estadística significativas al 5%

Tratamiento 1 ED 2.72 Mcal, PC 17%
 Tratamiento 2 ED 2.72 Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 17%
 Tratamiento 3 ED 2.71Mcal, PC 18%
 Tratamiento 4 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 18%
 Tratamiento 5 ED 2.71Mcal, PC 19%
 Tratamiento 6 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 19%

eficiencia en la CA con 6.86. Diversos estudios reportan datos sobre CA de cuyes en el rango de 5.29 a 3 (Garibay 2009; Milla, 2004; Torres *et al.*, 2006; Dulanto, 1999; Roca Rey, 2001; Remigio 2006; Inga 2008), los datos obtenidos en este experimento están en el rango de 6.1 a 6.8 y se encuentran fuera del rango de estudios realizados previamente. La CA en este estudio pudo verse afectado por la superestimación de consumo de alimento, debido a la naturaleza del mismo, lo que dificultaba el recojo del residuo. Datos de CA en cuyes con adición de RAC no se han reportado aún. Sin embargo, la CA en cerdos alimentados con diferentes niveles de RAC decreció cuando la dieta contenía 15 ppm en 25.5% (Leal *et al.*, 2015), datos similares a los reportados en el presente estudio.

En el presente estudio los datos sobre consumo total de alimento, presentaron diferencia (**P<0.05**). Inga (2008), Garibay (2009), Dulanto (1999), reportan datos sobre consumo de alimento en cuyes en el rango de 2200 g-3998 g; sin embargo, en este experimento el consumo de alimento estuvo entre 5583 g y 5853.25 g, valores por encima de los reportados tal vez por lo complicado que resultaron la recogida de estos datos, ya que debido a la naturaleza del alimento (harina) fue complicado al momento de recoger los residuos. Esta es la razón por la cual se puede haber súper estimado el consumo de alimento, influenciando de esta manera el total del alimento consumido al final del experimento. Así, Rengifo *et al.* (2006) (citado por Vergara 2008) reportan mejor ganancia de peso cuando los cuyes son alimentados con alimento balanceado peletizado en comparación con alimento en harina.

Debido a que no se cuenta con datos sobre el consumo de alimento en cuyes alimentados con RAC, se podría comparar los resultados obtenidos en este estudio con los resultados reportados por Leal *et al.* (2005) donde se utiliza RAC en cerdos donde el consumo de alimento no varió entre los tratamientos con diferentes niveles de RAC.

Los datos reportados sobre los parámetros productivos en cuyes son muy variables al igual que los reportados en cerdos cuando se le adicionan RAC y proteína en su dieta. Tal vez no hay una marcada diferencia entre los tratamientos ya que existen diferentes factores que afectan la expresión de los resultados de este aditivo, podríamos atribuir a la poca ingesta del alimento y desperdicio de esta a la alta CA en todos los tratamientos, siendo ideal el uso de alimento peletizado en este tipo de experimentos.

Características de la carcasa

No existe diferencia significativa entre el porcentaje de grasa de cobertura entre los seis tratamientos (Tabla 3). Sin embargo, la tendencia a menor cantidad de grasa de cobertura fue el T6 pero no existe efecto ni por el nivel de proteína ni de la adición de RAC. Remigio (2006) y Garibay (2009), reportaron grasa de cobertura en un rango de valores entre 5.4% - 2.8%. Estando los valores obtenidos en este experimento dentro del rango de los datos reportados en otros estudios. La base de datos completa de las características de la carcasa se presenta en el Anexo V.

Se esperaba que la grasa de cobertura en animales con dietas con RAC fueran más bajos ya que en el adiposito los A β A activan el catabolismo de lípidos a través de la activación de la lipasa sensible a hormona por la PKA, que degrada triacilglicéridos en glicerol y ácidos grasos. Además, los A β A inhiben la síntesis de ácidos grasos y su esterificación en triacilglicéridos (Fain y Garcia-Sainz, 1983). El aumento en el catabolismo y disminución en el anabolismo ocasionan una baja deposición de tejido graso (Mersmann, 2002; Birkelo, 2003). Sin embargo, la grasa de cobertura de los seis tratamientos fue igual estadísticamente, no existiendo efecto por adición de RAC ni proteína en la dieta de cuyes.

En cuanto al rendimiento de la carcasa, en el presente estudio se obtuvieron datos de rendimiento de carcasa entre 68.2 y 71.5. Este rango se encuentra dentro de los valores reportados en otros estudios en cuyes. Así, Milla (2004), Torres *et al.* (2006), atribuyen un rendimiento de carcasa de cuyes machos de 72% mientras que otros autores (Remigio, 2006, Roca Rey 2001, Garibay 2009, Inga 2008) reportan entre 65.07 a 76.9%. Sin embargo, se esperaba que los tratamientos con adición de RAC fueran los de mejor rendimiento de carcasa mas no hay efecto por este aditivo y si por el nivel de proteína en la dieta siendo los mejores rendimientos de carcasa por 17 y 18% de proteína.

El rendimiento de la carcasa no vario por el efecto de RAC, pero el efecto del nivel de proteína disminuyo el rendimiento de la carcasa en 2.5% en el nivel de 19% de proteína. Tal vez este fenómeno se deba al incremento del catabolismo de la proteína por estar en exceso y esto genere un gasto de energía, resultando en una disminución en el rendimiento de la carcasa. Si bien no

Tabla 3. Características de la carcasa de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días)

Tratamiento	Ractopamina RAC (ppm)	Proteína cruda PC (%)	Grasa de Cobertura (%)	Rendimiento carcasa (%)
T1	0	17	3.2	71.5
T2	10	17	3.7	71.1
T3	0	18	4.0	71.2
T4	10	18	3.2	71.0
T5	0	19	3.3	68.9
T6	10	19	2.5	68.2
Efecto Ractopamina	0		3.5 ^a	70.5 ^a
	10		3.1 ^a	70.1 ^a
Efecto nivel Proteína cruda		17	3.4 ^a	71.3 ^a
		18	3.6 ^a	71.1 ^a
		19	2.9 ^a	68.6 ^b
FUENTE DE VARIACIÓN			PROBABILIDAD	
Nivel de Ractopamina			0.328	0.491
Nivel de Proteína cruda			0.283	0.003
Proteína*Ractopamina			0.291	0.938

^{a, b} Letras iguales indican que no existe diferencia estadística significativas al 5%

Tratamiento 1 ED 2.72 Mcal, PC 17%
 Tratamiento 2 ED 2.72 Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 17%
 Tratamiento 3 ED 2.71Mcal, PC 18%
 Tratamiento 4 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 18%
 Tratamiento 5 ED 2.71Mcal, PC 19%
 Tratamiento 6 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 19%

existe información en cuyes sobre el efecto de la RAC, Leal *et al.*, 2015, reportó que el rendimiento de la carcasa en cerdos alimentados con diferentes niveles de RAC no varió, existiendo una concordancia con los datos presentados en este estudio.

Composición química de la carcasa

En cuanto a la composición química de la carcasa en este estudio se reporta que no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en la humedad de las carcasas de los seis tratamientos. Sin embargo, existe una tendencia ya que en el T4 las carcasas tenían más humedad (73.70%) y el T6 menor humedad (71.39%) (Tabla 4). Estos datos concuerdan con los reportados tanto por Castro (2002) y Fernández (2010) reportaron datos de humedad de la carcasa 70.6% y 74.1%. En el anexo VI se presenta todos los resultados del análisis proximal de la carcasa de cuyes.

En este estudio no se evidenció el efecto de RAC ni del nivel de proteína en la dieta sobre el porcentaje de humedad de las carcasas. No se dispone de información sobre el efecto de RAC en dieta de cuyes. Sin embargo, Rossi *et al.*, 2015, reportaron que la humedad del salami de cerdos alimentados con RAC fue mayor que los que no recibieron RAC. Oliveira *et al.* (2014), reportaron que RAC aumentó el contenido de humedad en filetes de Pacu ($P < 0.05$) en comparación con los valores del control; Sin embargo, no se observaron diferencias ($P > 0,05$) entre las dosis. RAC tiene el efecto de aumentar la capacidad de retención de agua, lo que causaría un aumento en el contenido de humedad en filetes (Rosenvold y Andersen, 2003).

La cantidad de materia seca en este experimento no presentó diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, hay una tendencia. El T6 fue el que presentó mayor cantidad de materia seca 28.61% y el T4 fue el que menor cantidad de materia seca reportó 26.27%

La cantidad de proteína total no presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre tratamientos. La tendencia muestra que el T6 es el que tiene mayor porcentaje de proteína con 19.71%, un valor muy similar es el del T1 con 19.70% de proteína total. El T4 fue el que presentó menor cantidad de proteína 16.27%. Nuestros datos corroboran los valores reportados por Castro (2002), quien reportó 20.3% de proteína en carne de cuy, mientras que Fernández

Tabla 4. Composición química de la carcasa de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días) en base húmeda

Tratamiento	Ractopamina RAC(ppm)	Proteína cruda PC (%)	Humedad %	Materia Seca %	Proteína Total %	Extracto Etéreo %	Ceniza %
T1	0	17	72.9	27.1	19.7	5.2	0.79
T2	10	17	71.5	28.5	17.7	8.8	0.57
T3	0	18	71.8	28.2	17.8	6.4	0.83
T4	10	18	73.7	26.3	16.3	6.9	0.70
T5	0	19	71.6	28.4	18.2	7.1	0.79
T6	10	19	71.4	28.6	19.7	6.9	0.80
Efecto Ractopamina	0		72.1 ^a	27.9 ^a	18.5 ^a	6.2 ^a	0.80 ^b
	10		72.2 ^a	27.8 ^a	17.9 ^a	7.5 ^b	0.69 ^a
Efecto nivel Proteína Cruda		17	72.2 ^a	27.8 ^a	18.7 ^a	7.0 ^a	0.68 ^a
		18	72.7 ^a	27.3 ^a	17.0 ^a	6.6 ^a	0.76 ^a
		19	71.5 ^a	28.5 ^a	18.9 ^a	7.0 ^a	0.80 ^a
FUENTE DE VARIACIÓN			PROBABILIDAD				
	Nivel de Ractopamina		0.907	0.903	0.399	0.028	0.010
	Nivel de Proteína cruda		0.607	0.603	0.112	0.833	0.079
	Proteína*Ractopamina		0.409	0.411	0.147	0.024	0.106

^{a, b} Letras iguales indican que no existe diferencia estadística significativas al 5%

Tratamiento 1 ED 2.72 Mcal, PC 17%

Tratamiento 2 ED 2.72 Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 17%

Tratamiento 3 ED 2.71Mcal, PC 18%

Tratamiento 4 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 18%

Tratamiento 5 ED 2.71Mcal, PC 19%

Tratamiento 6 ED 2.71Mcal, 10ppm Ractopamina, PC 19%

(2010) reporta 17.1%.

No se dispone de información respecto al efecto de RAC sobre la cantidad de proteína en cuyes más Rossi *et al.* (2015) reportó que la carne de cerdos alimentados con RAC presentó mayor cantidad de proteína cruda en comparación con los animales control. En general los A β A estimulan la deposición de proteína muscular (Mersmann, 1998); sin embargo, el mecanismo de acción en este sentido presenta resultados controversiales, ya que mientras algunos investigadores reportan la observación de ambos mecanismos sobre el tejido músculo esquelético (Adeola *et al.*, 1992), otros lo atribuyen principalmente a un incremento en la síntesis de proteína celular total (Anderson *et al.*, 1990) o a la reducción de la proteólisis (Dawson *et al.*, 1991).

El porcentaje de extracto etéreo (EE) presentó diferencia entre los tratamientos ($p < 0.05$). El T2 fue el tratamiento con mayor cantidad de EE 8.80 % y el T1 con menor cantidad de EE 5.21%. Los datos presentados en este experimento se encuentran dentro de los rangos publicados por Castro (2002) que reporta 7.8% de grasa mientras que Fernández (2010) 6.5%. Los datos del presente trabajo se encuentran en el rango de 5.205 a 8.804%.

Hay interacción de RAC y proteína sobre el nivel de EE en las carcasas de cuyes, no podemos atribuir efecto solo por RAC. No se han reportado datos de EE en cuyes alimentados con RAC, sin embargo existen datos en cerdos, así Rossi *et al.*, 2015 reportaron mayor cantidad de lípidos en carne de cerdos alimentados con RAC en comparación a los controles.

La cantidad de ceniza de las carcasas entre los tratamientos presentó diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). El T3 fue el que tenía mayor cantidad de ceniza 0.831% y el T2 fue el que tenía menor cantidad de ceniza 0.573%. Los datos reportados en este experimento concuerdan con los datos reportados por Castro (2002) y Fernández (2010).

Existe efecto de RAC sobre la cantidad de ceniza de las carcasas, siendo menor en carcasas con adición de 10 ppm de RAC. No existe información acerca de los niveles de ceniza en cuyes con dietas con RAC. Sin embargo, Needham y Hoffman (2015) no encontraron variación en la composición química del músculo *longissimus* de cerdos tratados con RAC. Las carcasas de cuyes alimentados con RAC tenían 13.75% menos ceniza en comparación con los que no tenían RAC en la dieta. Rossi *et al.*, (2015), reportaron que la carne de cerdos alimentados con dietas que

contenían RAC contenía 9.55 veces más ceniza que la carne de cerdos alimentados con dietas sin RAC.

Rossi *et al.*, 2015, reportaron que la inclusión de RAC en la dieta produjo la deposición de proteínas y mayor contenido de humedad en el músculo. Estos efectos se observaron, con énfasis en los tratamientos con las interacciones entre el antioxidante y RAC, que mostraron niveles más altos de humedad y proteínas, pero baja en lípidos. Es probable que la adición de RAC en la dieta aumenta la deposición de la humedad y de la proteína en el músculo.

Metabolitos séricos

Los datos de bioquímica sérica que se presentan en este trabajo (Tabla 5) están en concordancia con los datos reportados por el ISIS (International Species Information System, 1999). Tanto la albumina sérica como la urea no presentaron diferencia estadística significativa. En cuanto a la glucosa esta varió en los tratamientos T5 y T6 ($t < 0.05$). En el T5 la glucosa bajó al final del experimento en comparación con la toma inicial 108.375 mg/dl a 98.875 mg/dl. En el T6 la glucosa subió en comparación con la glucosa inicial de 101.12 mg/dl a 122.875 mg/dl.

Las **proteínas séricas** totales solamente presento diferencias en el T1 ($t < 0.05$) desde el inicio del experimento hasta el final. Las proteínas totales séricas descendieron de 6.25 g/dl a 5.63 g/dl.

Los niveles de **triglicéridos** presentaron diferencias estadísticas significativas ($t < 0.05$) en los tratamientos T1, T2 y T4. En el T1 el nivel de triglicéridos se incrementó de 67.375 mg/dl a 105.375 mg/dl . En el T2 los triglicéridos se elevaron de 72.75 mg/dl a 88.75 mg/dl. En el T4 también se incrementó de 62.375 mg/dl a 90 mg/dl. Debido a sus efectos de repartición de nutrientes, los A β A afectan la concentración de diversas hormonas y metabolitos involucrados en el desarrollo muscular y adiposo (Chikhou *et al.*, 1991). La administración de compuestos A β A en ovinos y bovinos incrementan de manera aguda los niveles plasmáticos de insulina, glucosa y AGL (Beermann *et al.*, 1987; Zimmerli y Blum, 1990; Chikhou *et al.*, 1991, Gojmerac *et al.*, 2000). El incremento agudo de los niveles de insulina y de glucosa en forma paralela parece indicar una disminución transitoria en la sensibilidad de los tejidos hacia la insulina (O'Connor *et al.*, 1991). La hormona de crecimiento disminuye con la administración aguda de compuestos A β A (Zimmerli y Blum, 1990; Chikhou *et al.*, 1991), pero las concentraciones de

Tabla 5: Bioquímica sérica de cuyes alimentados con las dietas experimentales (70 días)

Metabolitos	UREA (mg/dl)			GLUCOSA (mg/dl)			PROTEÍNAS TOTALES (g/dl)			ALBUMINA (g/dl)			TRIGLICÉRIDOS (mg/dl)		
	Inicial	Final	<i>t</i> *	Inicial	Final	<i>t</i> *	Inicial	Final	<i>t</i> *	Inicial	Final	<i>t</i> *	Inicial	Final	<i>t</i> *
T1	65.75	62.38	0.665	97.38	109.10	0.193	5.64	6.09	0.039	3.79	3.58	0.291	105.4	67.38	0.045
T2	59.86	44.14	0.129	98.43	103.70	0.994	6.20	5.70	0.608	4.03	3.31	0.230	92.00	74.00	0.045
T3	88.33	62.17	0.204	96.50	93.33	0.968	6.13	5.48	0.741	3.77	3.25	0.590	77.17	65.67	0.554
T4	65.00	56.86	0.592	99.57	100.00	0.712	4.84	5.07	0.493	3.41	2.96	0.133	92.00	60.86	0.042
T5	70.83	64.5	0.209	98.83	107.30	0.025	6.23	5.15	0.296	4.18	3.12	0.220	83.83	70.5	0.052
T6	69.63	60.13	0.202	122.90	101.10	0.003	5.24	5.98	0.492	3.00	3.63	0.816	105.3	57.38	0.058

**t* : *t* Student pareado, $t < 0.05$ existe diferencia estadística significativa al 5% (valores en negrita)

Tratamiento 1 ED 2.72 Mcal, PC 17%

Tratamiento 2 ED 2.72 Mcal, PC 17%, 10ppm Ractopamina

Tratamiento 3 ED 2.71Mcal, PC 18%

Tratamiento 4 ED 2.71Mcal, PC 18%, 10ppm Ractopamina

Tratamiento 5 ED 2.71Mcal, PC 19%

Tratamiento 6 ED 2.71Mcal, PC 19%, 10ppm Ractopamina

IGF-I no se alteraron (Chikhou *et al.*, 1991). Al parecer el efecto agudo de los A β A es regulado por sus características simpaticomiméticas, favoreciendo la liberación de metabolitos destinados a la formación de energía (Chikhou *et al.*, 1991).

Kheiri *et al.*, 2011a, probaron RAC en pollos como promotor de crecimiento obteniendo una disminución de triglicéridos y urea en suero sanguíneo. Así también, la glucosa, colesterol, ácido úrico y albúmina se redujeron en el suero sanguíneo con RAC. Kheiri *et al.*, 2011b, reportaron que la adición de RAC en dieta de pollos aumento los niveles de colesterol y albúmina en suero sanguíneo; así mismo, los triglicéridos, urea se redujeron en este experimento.

Debido a que los cuyes son animales sumamente nerviosos, tal vez este comportamiento podría haber afectado a la expresión de los posibles efectos del RAC, ya que Lopes *et al.*, (2015), sugieren que el estrés puede afectar negativamente a los posibles beneficios que ofrece el RAC, afectando principalmente el metabolismo del tejido adiposo y el comportamiento de los animales. Además, Marchant-Forde *et al* (2003) evidenció cambios de comportamiento en cerdos a los cuales se les había administrado RAC. Mientras que Baskczak (2006) no observó efectos adversos en el comportamiento del ganado vacuno al cual se le administró RAC. En este estudio se evidencio que los cuyes en este experimento se volvieron mucho más nerviosos y difíciles de manejar en la última semana.

Los RA- β se localizan en la mayoría de los tejidos y células del organismo, pero existen variaciones entre especies con respecto a la proporción del tipo de RA- β que posee cada tejido (Mersmann, 1998). Se ha reportado que en tejido muscular y adiposo de bovinos y ovinos predominan los receptores β 2 (Mersmann, 1998; Birkelo, 2003; Mills *et al.*, 2003), mientras que en roedores el principal RA- β en tejido adiposo es el β 3 (Mersmann, 2002). Posible razón por la cual el efecto de RAC no se evidencia.

Mersmann (1998) señala además que existen diferencias entre especies a los tratamientos con A β A (ovinos \geq bovinos \geq pavos $>$ cerdos $>$ pollo de engorda), para lo cual una posible explicación es que algunas especies han sido seleccionadas para el crecimiento por lo que están más cercanas a su máximo biológico (pollos de engorda) que otras (ovinos), por lo que estas

últimas pueden expresar con mayor facilidad una respuesta a la administración de A β A. Pudiéndose colocar a los cuyes como una especie la cual está más cercana a su máximo biológico por ende no hubo efecto marcado por la adición de RAC.

La respuesta a los A β A es afectada por duración, tipo, dosis, edad, sexo, raza, dieta (NRC, 1994; Moody *et al.*, 2000), régimen de administración (See *et al.*, 2004) y vía de administración (Smith y Paulson, 1994). Otra causa importante de variación de la respuesta entre especies es el cambio en la farmacodinamia de los compuestos por especie, ya que poseen diferentes patrones de absorción intestinal y excreción de los agonistas y sus metabolitos (Mersmann, 1995). Se debe tener en cuenta que el cuy es un animal con fermentación post-gástrica, tal vez esta característica también influirá en la acción de RAC, ya que la especie donde se ven mayores efectos de estos aditivos son animales de fermentación pre-gástrica y omnívoros.

V. CONCLUSIONES

1. No hay efecto de adición de ractopamina ni de niveles de proteína en la ganancia de peso y conversión alimenticia.
2. No hay efecto de adición de ractopamina en rendimiento de carcasa, por el contrario, el nivel de 19% de proteína disminuyó el rendimiento de la carcasa en 2.5%. Similarmente no hubo efecto en grasa de cobertura.
3. No hay efecto de adición de ractopamina ni de niveles de proteína en el contenido de proteína de la carcasa, existe interacción entre el nivel de proteína y ractopamina para los niveles de extracto etéreo.
4. La adición de ractopamina disminuyó en 13.75% el contenido de ceniza en las carcasas.
5. No hay información valedera sobre bioquímica sérica de cuyes.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer estudios con menores tiempos de adición de ractopamina en la dieta.
2. Se recomienda realizar estudios con diferentes niveles de energía metabolizable, proteína cruda y ractopamina.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abney, C.S., Vasconcelos, J.T., McMeniman, J.P., Keyser, S.A., Wilson, K.R., 2007. Effects of ractopamine hydrochloride on performance, rate and variation in feed intake, and acid-base balance in feedlot cattle. *J Anim Sci* 85:3090–3098

Adeola, O., Darko, E.A., He, P., Young, L.G., 1990. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. *Journal of Animal Science*, v.68, p.3633-3641.

Adeola, O., Ball, R.O., Young, L.G., 1992. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. *J. Nutr.* 122, 488-495.

Anderson, D.B., Veenhuizen, E.L., Waite, W.P., Paxton, R.E., Mowrey, D.H., 1987. Effect of ractopamine on nitrogen retention, growth performance and carcass composition of finisher pigs. *J. Anim. Sci.* 66 (Suplemento.1), 130.

Anderson, P.T., Helferich, W.G., Parkhill, L.C., Merkel, R., Bergen, W.G., 1990. Ractopamine increases total and myofibrillar protein synthesis in cultured rat myotubes. *J. Nutr.* 120, 1677-1683.

Armstrong, T.A., Ivers, D.J., Wagner, J.R., Anderson, D.B., Weldon, W.C., Berg, E.P., 2004. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 82, 3245–3253.

Baszczak, J.A., Grandin, T., Gruber, S.L., Engle, T.E., Platter, W.J., Laudert, S.B., Schroeder, A.L., Tatum, J.D., 2006. Effects of ractopamine supplementation on behavior of British, Continental, and Brahman crossbred steers during routine handling. *J ANIM SCI* 2006, 84:3410-3414.

Beermann, D.H., Butler, W.R., Hogue, D.E., Fishell, V.K., Dalrymple, R.H., Ricks, C.A., Scanes, C.G., 1987. Cimaterol-induced muscle hypertrophy and altered endocrine status in lambs. *J. Anim. Sci.* 65, 1514-1524.

Birkelo, C.P., 2003. Pharmaceuticals, direct-fed microbials, and enzymes for enhancing growth and feed efficiency of beef. *Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice.* 19, 599-624.

Brès, J., Clauzel, A.M., Pistre, M.C., Rachmat, H., Bressolle, F., 1985. Metabolism of beta-adrenergic substances. Therapeutic implications. Bull. Eur.Physiopathol. Respir. 21, 19-34.

Brumm, M.C.; Miller, P.S.; Thaler, R.C., 2004. Response of barrows to space allocation and ractopamine. Journal of Animal Science, v.82, p.3373-3379, 2004.

Byrem, T.M., Robinson, T.F., Boisclair, Y.R., Bell, A.W., Schwark, W.S., Beermann, D.H., 1992. Analysis and pharmacokinetics of cimaterol in growing Holstein steers. J. Anim. Sci. 70, 3812-3819.

Cantarelli, V.S., 2007. Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 108p.

Carr, S.N., Rincker, P.J., Killefer, J., Baker, D.H., Ellis, M., McKeith, F.K., 2005. Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. J. Anim. Sci. 83, 223-230.

Castro, H., 2002. Sistema de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Benson Agriculture and food Institute Brigham Young University. USA. Internet], [12 julio 2015]. Disponible en: <http://www.bensoninstitute.org/publication/thesis/sp/cuyecuador.pdf>

Chávez, T.C., Chávez, M.E., García, S.M., Sosa, F.C., Sánchez, B.J.I., 2004. Evaluación del desempeño y calidad de la canal de cerdos de líneas pic alimentados con ractopamina (β -agonista). www.amvec.org/biblioteca/gd/miscelaneas17ChavezTC.doc. Fecha de acceso: 15 marzo del 2015.

Chikhou, F.H., Moloney, A.P., Austin, F.H., Roche, J.F., Enright, W.J., 1991. Effects of cimaterol administration on plasma concentrations of various hormones and metabolites in Friesian steers. Dom. Anim. Endoc. 8, 471-480.

Colbert, W.E., Williams, P.D., Williams, G.D., 1991. Beta-adrenoceptor profile of ractopamine HCl in isolated smooth and cardiac muscle tissues of rat and guinea-pig. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 43: 844-847. doi:10.1111/j.2042-7158.1991.tb03192.x

Commission decision 1996/23/EC. 1996. Official Journal of European Communication L125, 10

Crome, P.K., McKeith, F.K., Carr, T.R., Jones, D.J., Mowrey, D.H. Cannon, J.E., 1996. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. J. Anim. Sci., 74: 709-716.

Cuarón, I.J.A., Balderas, M., Castañeda, E.O., Velázquez, P.A., Ruio, M.S., Castaño, A., López, E.J.J., 2002. Effectiveness of Ractopamine in presence of temperature and disease

stress.Proc. 17th International PigVet. Soc. Oral-InvitedPapers. June 2-5, Ames, Iowa, Vol.I. Pág. 265. Recuperado en URL: www.amvec.org/biblioteca/gdl/magistrales/09-Cuaron.doc (Consultada el día 6 de Julio 2015).

Dawson, J.M., Buttery, P.J., Lammiman, M.J., Soar, J.B., Essex, C.P., Gill, M., Beaver, D.E., 1991. Nutritional and endocrinological manipulation of lean deposition in forage-fed steers. *Br. J. Nutr.* 66, 171-185.

Dulanto, M.A., 1999. Parámetros productivos y reproductivos de tres líneas puras y dos grandes de cruzamiento entre líneas de cuyes. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria de La Molina. Lima- Perú.

Dunsha, F.R., King, R.H., Campbell, R.G., Sainz, R.D., Kim, Y.S. 1993. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *J. Anim. Sci.* 71, 2919-2930.

Eisemann, J.H., Bristol, D.G., 1998. Change in insulin sensitivity or responsiveness is not a major component of the mechanism of action of ractopamine in beef steers. *J. Nutr.* 128, 505-511.

Eisemann, J.H., Huntington, G.B., 1988. Portal insulin release and tissue extraction in control and clenbuterol fed steers. *J Anim Sci.* 66 (suplemento 1), 251.

Fain, J.N., Garcia-Sainz, J.A., 1983. Adrenergic regulation of adipocyte metabolism. *J. Lipid Res.* 24, 945-966.

FDA, 2000. New animal drugs for use in animal feeds; ractopamine hydrochloride.

FDA, 2003. Fed. Reg. 65, 4111-4112

Fernández, D.D.M., Rosas, V.N., Pérez, E.M., Cuarón, I.J.A., 2002. Niveles de lisina digestible para cerdos finalizados con ractopamina. XXXVIII Congreso Nacional AMVEC. Puerto Vallarta, Jalisco. 17-21 Julio.

Fernández, M., 2010. Determinación de parámetros tecnológicos óptimos para la conserva de carne de cuy (*Cavia porcellus*). Tesis para optar título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Ferreira, M.S.S., Sousa, R.V., Silva, V.O., Zangerônimo, M.G., Amaral, N.O., 2011. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, v.33, n.1, p.25-32, 2011

García, T.R., 2002. Estructura del marco normativo para el registro de fármacos, químicos, biológicos y aditivos para el uso de la alimentación animal. Folleto informativo (SAGARPA) Pág. 12-14

Garibay, Y.D., 2009. Evaluación de tres programas de alimentación mixta en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título de profesional de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.

Gojmerac, T., Mandic, B., Lojkic, M., Bilandzic, N., 2000. Acute and subacute metabolic and endocrine effects of clenbuterol in female pigs. *Vet. Res. Com.* 24, 179-187.

Grant, A.L., Skjaerlund, D.M., Helferich, W.G., Bergen, W.G., Merkel, R.A., 1995. Skeletal muscle growth and expression of skeletal muscle α – actin mRNA and insulin – like factor. I. mRNA in pigs during feeding and withdrawal of ractopamine. *J. Anim. Sci.*, 71: 3319 – 3326.

Helferich, W.G., Jump, D.G., Skjaerlund, D.M., Bergen, W.G., Merkel, R.A., Anderson, D.B., 1988. Pretranslational regulation of skeletal muscle alpha actin syntesis in pigs fed ractopamine. *FASEB J.* 2: A848

Inga, R.A., 2008. Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados (*Cavia parcellus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.

ISIS. International Species Information System. 1999. Reference ranges for physiological data values. Clinical pathology records report-ISIS/ In house reference values mammals. [Internet]. Disponible en: <http://www.worldzoo.org>

Jones, D.J., Waitt, W.P., Mowrey, D.H., Anderson, D.B., 1988. Effect of ractopamine hydrochloride on growth performance and carcass composition of finisher pigs fed 16.20, or 24% crude protein diets. *J. Anim. Sci.* 66 (Suppl. 1):127

Kheiri, F., Pourreza, J., Ebrahimnezhad, H., Bazeradl, K., Haji-Abadi, S.M.A.J., Nasr, J., 2011a. Effects of beta adrenergic agonist on female broiler chicks. *Advances in Environmental Biology.* Volume 5, Issue 10, September 2011, Pages 3393-3396

Kheiri, F., Pourreza, J., Ebrahimnezhad, Y., Nazeradl, K., Haji-abadi, S., 2011b. Effects of supplemental ractopamine and L-carnitine on growth performance, blood biochemical parameters and carcass traits of male broiler chicks. *African Journal of Biotechnology.* Volume 10, Issue 68, 2 November 2011, Pages 15450-15455

Kuiper, H.A., Noordam, M.Y., Van Dooren-Flipsen, M.M.H., Schilt, R., Roos, A.H., 1998. Illegal Use of b-Adrenergic Agonists: European Community. *J. Anim. Sci.* 76, 195-207.

Lawrie, R.A., 1998. *Ciencia de la Carne.* 3ra ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España

Leal, R.S., Mattos, B.O., Cantarelli, V.S., Carvalho, G.C., Pimenta, M.E.S.G. Pimenta, C.J., 2015. Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo

dietas com diferentes níveis de ractopamina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(3), 582-590. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402015000300010>

Liu, C.Y., Grant, A.L., Kim, K.H., Ji, S.Q., Hancock, D.L., Anderson, D.B. Mills, S.E., 1994. Limitations of ractopamine to affect adipose tissue metabolism in swine. *J. Anim. Sci.*, 72: 62 – 67.

Lopes, E., Sousa, R.V., Zangeronimo, M.G., Pereira, A.N.J., Coelho, M.R., Ferreira, M.S.S., Lima, R.R., Marcondes, F.K., Napimoga, M.H., Pereira, L.J., 2015. Metabolic and behavioral effects of ractopamine at continuous low levels in rats under stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58 (3), 406-413. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-8913201500056>

Marchant-Forde, J.N., Lay, D.C., Pajor, E.A. Jr., Richert, B.T., Schinckel, A.P., 2003. The effects of ractopamine on the behavior and physiology of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 416–422.

Marinho, P.C., Fontes, D.O., Silva, F.C.O., Silva, M.A., Pereira, F.A., Arouca, C.L.C., 2007. Effects digestible lysine levels and of ractopamine on the performance and carcass characteristics of finishing barrows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1791-1798.

Merkel, R.A., Dickerson, P.S., Johnson, S.E., Bumelt, R.J., Schroeder, A.L., Bergen, W.G., Anderson, D.B., 1987. The effect of ractopamine on lipid metabolism in pigs. *Fed. Roc.* 46:1177.

Mersmann, H.J., 1995. Species variation in mechanisms for modulation of growth by beta-adrenergic receptors. *J. Nutr.* 125, 1777-1782.

Mersmann, H.J., 1998. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *J. Anim. Sci.* 761, 160-172.

Mersmann, H.J., 2002. Beta-adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. *J. Anim. Sci.* 80 (Suplemento 1), 24-29.

Milla, R.M., 2004. Evaluación de tres niveles de proteína y su efecto sobre el comportamiento productivo de cuyes de engorde bajo un sistema de crianza con exclusión de forraje verde. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Facultad de Zootecnia, Dpto. de Producción Animal

Mills, S.E., Spurlock, M.E., Smith, D.J., 2003. β -Adrenergic receptor subtypes that mediate ractopamine stimulation of lipolysis. *J. Anim. Sci.* 81, 662-668.

Mitchell, G.A., Dunnavan, G., 1988. Illegal use of β -adrenergic agonists in the United States. *J. Anim. Sci.* 76, 208–211.

MOA Regulation 176 and MOA regulation 1519. 2002 y 2010. The Ministry of Agriculture, P.R. China

Moody, D.E., Hancock, D.L., Anderson, D.B., 2000. Phenethanolamine repartitioning agents, en: Farm Animal Metabolism and Nutrition. D'Mello, J.P.F. CAB International, N.Y., E.U.A.

Morgan, D.J., 1990. Clinical pharmacokinetics of beta-agonists. Clin. Pharmacokinet. 18, 270-294.

Muller, R.D., 2000. Technical Manual. Publicado por Elanco Animal Health, División de Eli Lilly and Company. A-1.Rueff L., 2002. Practitioner experience using Ractopamine. Recuperado en URL: www.amvec.org/biblioteca/con_gua.php. (Consultada el día 6 de Julio 2015).

Needham, T., y Hoffman, L.C., 2015. Physical meat quality and chemical composition of the *Longissimus thoracis* of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride. Meat Science Volume 110, December 2015, Pages 101–108.

Noblet, J., y Henry, Y., 1991. Energy evaluations systems for pig diets. En Batterham E.S. (Ed.) Manipulating Pig Production. Australasian Pig Science Association, Attwood, Australia. pp. 87-110.

NOM-EM-015-ZOO-2002. Norma Oficial Mexicana de Emergencia, especificaciones técnicas para el control del uso de beta agonistas en los animales. Diario Oficial de la Federación, Fecha de Publicación: 01 de marzo de 2002

NRC. 1994. Metabolic Modifiers: Effects on the Nutrient Requirements of Food-Producing Animals. National Academy Press, Washington, D.C.

O'Connor, R.M., Butler, W.R., Finnerty, K.D., Hogue, D.E., Beermann, D.H., 1991. Acute and chronic hormone and metabolite changes in lambs fed the betaagonist, cimaterol. Dom. Anim. Endoc. 8, 537-548.

Oliveira, L.M.F.S., Leal, R.S., Mesquita, T.C., Pimenta, M.E.S.G., Zangeronimo, M.G., Sousa, R.V., Alvarenga, R.R., 2014. Effect of ractopamine on the chemical and physical characteristics of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) steaks. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 66(1), 185-194. Retrieved March 02, 2016, from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352014000100026&lng=en&tlng=en.

Page, K.A., Hartzell, D.L., Li, C., Westby, A.L., Della-Fera, M.A., Azain, M.J., Pringle, T.D., Baile, C.A., 2004. Beta-Adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. *Domest. Anim. Endocrinol.* 26, 23–31.

Pereira, F.A., Fontes, D.O., Silva, F.C.O., Ferreira, W.M., Lanna, A.M.Q., Corrêa, G.S.S., Silva, M.A., Marinho, P.C., Arouca, C.L.C., Salum, G.M., 2008. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, p.943-952.

Pérez, A., Obispo, N.E.; Palma, J., Chicco, C.F., 2005. Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. *Zootecnia Trop.* [online]. vol.23, n.4, pp. 429-445. ISSN 0798-7269.

Reeds, P.J., Mersmann, H.J., 1991. Protein and energy requirements of animals treated with β -adrenergic agonists: a discussion. *J Anim. Sci.* 69, 1532-1550.

Remigio, E.E.R., 2006. Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus L.*) mejorados. Tesis para optar el grado de Master en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). Escuela de Pos Grado, Especialidad en Nutrición.

Torres, A., Vergara, V., Chauca, L., 2006. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en el concentrado de crecimiento para cuyes machos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Programa de Investigación y Proyección Social en alimentos. Disponible en http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumenes_investigacion/CUYES.pdf

Ricke, E.A., Smith, D.J., Feil, V.J., Larsen, G.L., Caton, J.S., 1999. Effects of ractopamine HCl stereoisomers on growth, nitrogen retention, and carcass composition in rats. *J. Anim. Sci.* 77:701.–707.

Rikard-Bell, C., Curtis, M.A., Van Barneveld, R.J., 2009. Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars and gilts. *Journal of Animal Science*, v.87, n.11, p.3536-3543.

Robles-Estrada, J.C., Arrison, A.A., Barreras, A., Calderon, J.F., Figueroa-Saavedra, F., 2009. Effects of preslaughter withdrawal period on response of feedlot heifers to zilpaterol hydrochloride supplementation: growth performance and carcass characteristics. *J Anim Sci* 87:1759–1763.

Roca Rey, S.M.P., 2001. Evaluación de indicadores productivos de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) procedentes de Cajamarca, Lima y Arequipa. Tesis para optar el título de profesional de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.

Rosenvold, K., Andersen, H.J., 2003. Factors of significance for pork quality - a review. *Meat Sci.*, v.64 p.219-237.

Rossi, C.A.R., Lovatto, P.A., Fraga, B.N., Ceron, M.S., Lovato, G.D., 2015 Chemical, microbiological and sensory characteristics of cured product prepared with pork fed diets enriched with beta adrenergic and natural antioxidants. *Acta Scientiae Veterinariae: Volume 43, Issue 1, 2015, 7p*

Sánchez, J.F., Kiefer, C., Moura, M.S., 2010. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, v.40, n.2, p.403-408.

SAS. 2002. Statistical Analysis System. Versión 9.0. SAS Institute Cary, NC, USA

Schinckel, A.P., Herr, C.T., Richert, B.T., Forrest, J.C., Einstein, M.E., 2003. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 81: 16-28.

See, M.T., Armstrong, T.A., Weldon, W.C., 2004. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 82, 2474–2480.

Shelver, W.L., Smith, D.J., 2002. Application of a monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay for the determination of ractopamine in incurred samples from food animals. *J Agr Food Chem* 50:2742–2747

Silva, E.A., Kiefer, C., Moura, M.S., Bünzen, S., Santos, A.P., Silva, C.M., Nantes, C.L., 2011. Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. *Ciência Rural*, v.41, n.2, p.337-342.

Smith, D.J., 1998. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of β - adrenergic agonists in livestock. *J Anim. Sci.* 76, 173-194.

Smith, D.J., Paulson, G.D., 1994. Growth characteristics of rats receiving ractopamine hydrochloride and the metabolic disposition of ractopamine hydrochloride after oral or intraperitoneal administration. *J. Anim. Sci.* 72, 404-414.

Smith, D.J., 2000. Total radioactive residues and clenbuterol residues in swine after dietary administration of [¹⁴C] clenbuterol for seven days and preslaughter withdrawal periods of zero, three, or seven days. *J. Anim. Sci.* 78, 2903-2912.

Spurlock, M.E., Cusumano, J.C., Ji, S.Q., Anderson, D.B., Smith, C.K., Hancock, D.L., Mills, S.E., 1994. The effect of ractopamine on β -adrenoceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. *J. Anim. Sci.* 72,75-80.

Sumano, H., Ocampo, L., Gutierrez, L., 2002. Clenbuterol y otros β -agonistas ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? *Vet. Mex.* 33,137- 159.

Vergara, V., 2008. Avances sobre producción de cuyes en el Perú. XXI Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. APPA 2008.Lima-Perú.

Weber, T.E., Richert, B.T., Belury, M.A., Gu, Y., Enright, K., Schinckel, A.P., 2006. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. *J. Anim. Sci.* 84(3): 720-732.

Xiong, Y.L., Gower, M.J., Li, C., Elmore, C.A., Cromwell, G.L., Lindemann, M.D., 2006. Effect of dietary ractopamine on tenderness and *postmortem* protein degradation of pork muscle. *Meat Sci.*73(4): 600-604.

Zimmerli, U.V., Blum, J.W., 1990. Acute and long term metabolic, endocrine, respiratory, cardiac and skeletal muscle activity changes in response to perorally administered β -adrenoceptor agonist in calves. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 63, 157-172.

VIII. ANEXOS

Anexo I: Análisis Proximal de alimento para cuyes tratamiento 1 (T1) *

	BASE HUMEDA %	BASE SECA%
HUMEDAD	8.01	91.99
PROTEÍNA	17.34	18.85
EXTRACTO ETÉREO	1.51	1.64
FIBRA CRUDA	8.57	9.32
CENIZA	7.05	7.66
EXTRACTO NO NITROGENADO	57.52	62.53

* Análisis realizado en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Anexo II: Análisis Proximal de alimento para cuyes tratamiento 3 (T3) *

	BASE HUMEDA %	BASE SECA%
HUMEDAD	8.28	91.72
PROTEÍNA	18.5	20.17
EXTRACTO ETÉREO	1.48	1.61
FIBRA CRUDA	8.84	9.64
CENIZA	6.92	7.54
EXTRACTO NO NITROGENADO	55.98	61.04

* Análisis realizado en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Anexo III: Análisis Proximal de alimento para cuyes tratamiento 5 (T5) *

	BASE HUMEDA %	BASE SECA%
HUMEDAD	8.09	91.91
PROTEÍNA	20.42	22.22
EXTRACTO ETÉREO	1.70	1.85
FIBRA CRUDA	9.88	10.75
CENIZA	6.61	7.19
EXTRACTO NO NITROGENADO	53.30	57.99

* Análisis realizado en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ANEXO IV: Base de datos de los parámetros productivos de cuyes

TRAT	PT	RPN	R	OBS	PESO INICIAL	PESO FINAL	GAN PESO T	GPD	CONS ALIM T	CONV ALIME
1	1	1	1	1	657,75	875,75	218,00	10,38	5479,00	6,2833
1	1	1	2	1	673,75	882,75	209,00	9,95	5784,00	6,9187
1	1	1	3	1	710,75	900,00	189,25	9,01	5500,00	7,2655
1	1	1	4	1	663,00	862,25	199,25	9,49	5569,00	6,9875
2	1	2	1	1	710,75	986,25	275,50	13,12	6064,00	5,5027
2	1	2	2	1	697,00	918,00	221,00	10,52	5902,00	6,6765
2	1	2	3	1	681,75	903,25	221,50	10,55	5602,00	6,3228
2	1	2	4	1	723,75	943,65	220,00	10,48	5775,00	6,5625
3	2	1	1	1	684,25	933,25	249,00	11,86	5858,00	5,8815
3	2	1	2	1	665,25	883,50	218,25	10,39	5811,00	6,6564
3	2	1	3	1	698,00	904,00	206,00	9,81	5975,00	7,2512
3	2	1	4	1	686,00	947,00	261,00	12,43	5724,00	5,4828
4	2	2	1	1	693,00	926,00	233,00	11,10	5894,00	6,3240
4	2	2	2	1	714,00	925,25	211,25	10,06	5689,00	6,7325
4	2	2	3	1	655,25	884,25	229,00	10,90	5773,00	6,3024
4	2	2	4	1	669,75	890,00	220,25	10,49	5795,00	6,5778
5	3	1	1	1	689,25	907,75	218,50	10,40	5678,00	6,4966
5	3	1	2	1	676,00	899,25	223,25	10,63	5539,00	6,2027
5	3	1	3	1	696,25	878,50	182,25	8,68	5746,00	7,8820
5	3	1	4	1	705,75	913,50	207,75	9,89	5617,00	6,7593
6	3	2	1	1	750,2500	1033,75	283,50	13,50	5976,00	5,2698
6	3	2	2	1	654,7500	940,00	285,25	13,58	5829,00	5,1087
6	3	2	3	1	714,7500	943,00	228,25	10,87	5799,00	6,3516
6	3	2	4	1	656,2500	841,25	185,00	8,81	5809,00	7,8500

ANEXO V: Base de datos de las características de la carcasa de cuyes

TRAT	PT	RPN	R	OBS	GRSA COBERT	REND CCSA	HUMEDAD	MS	PTN T CCS	EE CCS	CNZ CCS
1	1	1	1	1	3,762	69,81	72,28	27,73	20,64	4,84	0,90
1	1	1	2	1	2,957	72,80	74,28	25,72	20,12	3,82	0,74
1	1	1	3	1	3,199	72,94	70,99	29,01	20,41	5,94	0,79
1	1	1	4	1	2,964	70,42	73,97	26,04	17,64	6,22	0,73
2	1	2	1	1	3,466	70,22	70,71	29,29	17,65	9,36	0,59
2	1	2	2	1	2,481	70,25	74,98	25,02	18,41	7,65	0,60
2	1	2	3	1	5,369	72,18	73,08	26,93	17,18	7,40	0,52
2	1	2	4	1	3,396	71,78	67,21	32,72	17,51	10,81	0,59
3	2	1	1	1	2,453	69,89	71,59	28,42	17,94	5,37	0,86
3	2	1	2	1	5,608	72,65	73,18	26,82	16,50	5,49	0,83
3	2	1	3	1	3,745	70,89	75,27	24,74	14,51	7,83	0,59
3	2	1	4	1	3,997	71,33	67,02	32,98	22,20	7,07	1,06
4	2	2	1	1	3,076	70,22	73,52	26,48	13,86	7,45	0,72
4	2	2	2	1	3,703	70,04	74,48	25,53	16,61	6,80	0,67
4	2	2	3	1	3,384	70,18	75,69	24,31	17,61	4,81	0,72
4	2	2	4	1	2,442	73,60	71,13	28,88	17,02	8,38	0,69
5	3	1	1	1	3,894	70,73	70,73	29,28	19,90	6,24	0,90
5	3	1	2	1	2,524	66,09	74,17	25,84	16,85	7,16	0,74
5	3	1	3	1	2,581	70,57	71,43	28,57	18,22	5,92	0,70
5	3	1	4	1	4,005	68,33	70,04	29,97	17,69	8,94	0,84
6	3	2	1	1	3,098	68,69	73,51	26,50	16,87	6,87	0,82
6	3	2	2	1	2,358	67,68	70,81	29,20	21,03	5,79	0,82
6	3	2	3	1	1,877	67,79	72,09	27,92	20,55	6,60	0,86
6	3	2	4	1	2,767	68,74	69,16	30,85	20,41	8,41	0,70

ANEXO VI: Base de datos Análisis proximal carcasa de cuyes *

CÓDIGO	ARETE	HUMEDAD	MATERIA SECA	PROTEÍNA		EXTRACTO ETÉREO		CENIZA	
				BH	BS	BH	BS	BH	BS
I3004	5287	73.12	26.88	18.60	69.20	6.21	23.10	0.87	3.24
I3005	4608	69.12	30.88	23.63	76.52	5.75	18.62	1.02	3.30
I3006	5667	72.49	27.51	18.12	65.87	4.34	15.78	0.86	3.13
I3007	6719	71.86	28.14	18.93	67.27	5.47	19.44	0.88	3.13
I3008	6809	73.87	26.13	14.87	56.91	6.64	25.41	0.79	3.02
I3009	4706	73.96	26.04	17.59	67.55	5.54	21.27	0.80	3.07
I3010	6180	70.17	29.83	17.95	60.17	9.80	32.85	0.74	2.48
I3011	7368	75.43	24.57	17.65	71.84	3.93	16.00	0.78	3.17
I3012	6166	74.36	25.64	18.71	72.97	4.34	16.93	0.83	3.24
I3013	5870	73.96	26.04	12.13	46.58	8.58	32.95	0.69	2.65
I3014	5540	74.37	25.63	16.11	62.86	8.77	34.22	0.67	2.61
I3015	7346	70.15	29.85	20.46	68.54	6.94	23.25	0.73	2.45
I3016	4225	76.01	23.99	19.02	79.28	4.02	16.76	0.68	2.83
I3017	6183	76.00	24.00	20.52	85.50	10.26	42.75	0.77	3.21
I3018	5223	71.46	28.54	21.60	75.68	4.64	16.26	0.91	3.19
I3019	7760	72.55	27.45	21.22	77.30	3.62	13.19	0.80	2.91
I3020	8246	73.96	26.04	15.29	58.72	5.03	19.32	0.43	1.65
I3021	5301	72.99	27.01	17.80	65.90	7.35	27.21	0.67	2.48
I3022	297	75.23	24.77	13.46	54.34	8.61	34.76	0.60	2.42
I3023	6505	75.30	24.70	15.55	62.96	7.04	28.50	0.58	2.35
I3024	13	75.96	24.04	15.42	64.14	6.24	25.96	0.66	2.75
I3025	512	71.14	28.86	17.47	60.53	5.74	19.89	0.87	3.01
I3026	6467	75.58	24.42	16.61	68.02	4.32	17.69	0.79	3.24
I3027	7068	75.69	24.31	16.46	67.71	6.58	27.07	0.67	2.76
I3028	2703	75.69	24.31	18.75	77.13	3.03	12.46	0.76	3.13
I3029	4604	71.05	28.95	19.76	68.26	6.76	23.35	0.76	2.63
I3030	93	71.72	28.28	18.96	67.04	6.10	21.57	0.52	1.84
I3031	7368	71.20	28.80	14.28	49.58	10.00	34.72	0.62	2.15
I3032	5548	68.51	31.49	19.83	62.97	8.84	28.07	0.80	2.54
I3033	7969	72.69	27.31	15.67	57.38	9.60	35.15	0.71	2.60
I3034	4281	68.59	31.41	24.48	77.94	8.87	28.24	0.93	2.96
I3035	240	69.59	30.41	20.86	68.60	7.00	23.02	0.92	3.03
I3036	7909	68.12	31.88	18.54	58.16	12.45	39.05	0.58	1.82
I3037	8669	73.45	26.55	18.69	70.40	5.20	19.59	0.32	1.21

I3038	5893	70.29	29.71	21.57	72.60	5.72	19.25	1.05	3.53
I3039	6517	66.86	33.14	15.69	47.34	12.33	37.21	0.69	2.08
I3040	5136	73.47	26.53	20.98	79.08	3.04	11.46	0.77	2.90
I3041	5824	70.19	29.81	22.27	74.71	4.37	14.66	0.81	2.72
I3042	7332	67.56	32.44	19.33	59.59	9.29	28.64	0.48	1.48
I3043	6650	73.97	26.03	15.89	61.04	6.58	25.28	0.70	2.69
I3044	7644	72.51	27.49	15.83	57.58	9.32	33.90	0.68	2.47
I3045	1105	63.75	36.25	22.83	62.98	8.42	23.23	1.06	2.92
I3046	8590	73.06	26.94	15.58	57.83	6.32	23.46	0.74	2.75
I3047	4675	67.56	32.44	19.55	60.27	8.56	26.39	1.00	3.08
I3048	5044	70.05	29.95	17.27	57.66	4.52	15.09	0.84	2.80
I3049	5918	73.96	26.04	19.39	74.46	5.86	22.50	0.75	2.88
I3050	5289	71.25	28.75	17.35	60.35	8.92	31.03	0.44	1.53
I3051	6393	72.65	27.35	15.03	54.95	9.39	34.33	0.80	2.93

* Análisis realizado en el Laboratorio de Bioquímica, Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

ANEXO VII: Base de datos: metabolitos séricos iniciales y finales *

TRAT	PT	RPN	R	OBS	UI	UF	GI	GF	PTI	PTF	ALI	ALF	TI	TF
1	1	1	1	1	80	70	119	93	6,8	5,4	4,5	3,6	43	110
1	1	1	1	2	38	49	112	106	4,7	4,8	2,9	3,2	130	133
1	1	1	2	1	36	90	84	92	5,4	4,8	3	3,2	104	92
1	1	1	2	2	69	53	89	96	48	4,6	2,3	3,2	30	60
1	1	1	3	1	72	64	115	102	7,1	6	4,7	4	40	117
1	1	1	3	2	50	75	102	90	5,9	5,9	2,7	3,9	60	70
1	1	1	4	1	80	79	136	111	6,7	6,7	40	4,3	58	139
1	1	1	4	2	74	46	116	89	7,3	6,9	4,5	4,9	74	122
2	1	2	1	1	-	55	68	106	5	4,9	2,9	3,3	64	66
2	1	2	1	2	36	50	80	130	4,6	5,4	3,1	3,4	63	94
2	1	2	2	1	43	75	107	79	4,9	5,3	3	3,8	129	125
2	1	2	2	2	40	50	108	86	8	4,3	4,8	3,1	51	87
2	1	2	3	1	70	59	129	102	6,8	7,9	3,8	5	52	79
2	1	2	3	2	56	57	109	90	5,7	7,4	3,1	4,8	59	87
2	1	2	4	1	34	63	89	106	4,5	7,8	2,7	4,8	52	96
2	1	2	4	2	30	65	104	96	5,4	5,3	2,7	3,3	112	76
3	2	1	1	1	-	60	89	100	8,6	4,8	4,7	3,3	85	61
3	2	1	1	2	73	102	96	69	6	6,6	3,7	3,2	64	40
3	2	1	2	1	60	59	83	108	5,2	5,3	3,5	3,6	63	85
3	2	1	2	2	27	60	79	105	5,7	4,9	3,6	3,4	50	84
3	2	1	3	1	70	73	113	93	5	7,7	2,9	4,9	50	61
3	2	1	3	2	80	96	96	114	4,7	6	2,8	3,7	97	127
3	2	1	4	1	46		117		4,1		3		50	
3	2	1	4	2	69	140	93	90	6,3	6,3	3	3,8	70	66
4	2	2	1	1	54	58	60	79	5	4,4	2,6	3,2	55	76
4	2	2	1	2	52		119		6,4		3,4		73	
4	2	2	2	1	48	103	90	122	4,3	5,3	2,8	3,5	60	89
4	2	2	2	2	58	89	89	110	4,3	5,7	3,4	3,6	36	86
4	2	2	3	1	55	49	127	60	6,1	4,1	3,5	3,1	62	105
4	2	2	3	2	33	48	104	96	4	3,6	2,9	3,3	54	98
4	2	2	4	1	60	58	110	122	6,6	4,6	2,9	3,2	110	80
4	2	2	4	2	90	50	120	108	5,2	6,2	2,6	4	49	110
5	3	1	1	1	48		117	92	7	5,9	4,3	3	73	140
5	3	1	1	2	80	74	101	106	6	7	2,2	3,7	150	85
5	3	1	2	1	47	90	109	95	4,4	7,5	3,2	4,9	36	75
5	3	1	2	2	84	46	93	80	4,6	4	3	3,4	49	56
5	3	1	3	1	48	80	106	109	4,2	7,9	2,9	5,3	42	80
5	3	1	3	2	68	68	125	99	5,9	5	3,4	3,9	92	101
5	3	1	4	1	60	67	110	104	5,8	6	4	3,9	54	106

5	3	1	4	2	-	48	106	106	5,1	4,2	3,6	3,3	100	85
6	3	2	1	1	70	80	108	112	7,9	3	4,9	2,7	46	60
6	3	2	1	2	61	48	116	168	6	6,1	3,6	3,7	64	50
6	3	2	2	1	83	72	112	107	8,4	4,5	4,8	3	50	95
6	3	2	2	2	70	96	94	132	6,3	6,2	3,8	3,9	46	129
6	3	2	3	1	36	49	121	144	4,4	5,9	3,1	3,6	90	166
6	3	2	3	2	70	69	80	96	4,6	6,6	2,6	4,1	49	99
6	3	2	4	1	51	53	88	89	4,3	4,3	3,2	3,2	43	93
6	3	2	4	2	40	90	90	135	5,9	5,3	3	3,8	71	150

* Análisis realizado en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos