



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina en la alimentación de *Cavia porcellus* machos de engorde.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN ZOOTECNIA

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Línea 4: Gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales

Sublínea: Desarrollo y sostenibilidad

AUTOR: ALVARO MIGUEL BRUCIL PUPIALES

ASESOR: MVZ. TITO JORGE MENDOZA MSc.

Ibarra, Mayo – 2019



Mgs. Tito Mendoza

ASESOR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f.) 

MVZ. Tito Mendoza Cadena. MSc

C.C.: 1002802294




PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f): 

MVZ. Tito Mendoza Cadena. MSc

C.C.: 1002802294

(f): 

MVZ. Manly Espinosa Benavides. MSc (Lector)

C.C.: 1102526082

(f): 

Ing. Luis Humberto Haro. MSc (Lector)

C.C.: 1002739389



ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Álvaro Miguel Brucil Pupiales, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, Mayo de 2019

f): 

Álvaro Miguel Brucil Pupiales

C.C.:1003854807



AUTORÍA

Yo Álvaro Miguel Brucil Pupiales, portador de la cédula de ciudadanía N° 1003854807, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): 

Álvaro Miguel Brucil Pupiales

C.C.: 1003854807



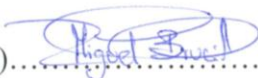
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Álvaro Miguel Brucil Pupiales, con CC: 1003854807, autor del trabajo de grado intitulado: “Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina en la alimentación de *cavia Porcellus* machos de engorde”, previo a la obtención del título profesional de “Ingeniero en Zootecnia”, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, Mayo de 2019

(f.) 
.....
Álvaro Miguel Brucil Pupiales
C.C. 1003854807



**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: “EVALUACIÓN DEL USO DE CLORHIDRATO DE RACTOPAMINA EN LA ALIMENTACIÓN DE *CAVIA PORCELLUS* MACHOS DE ENGORDE”, lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.
Para constancia firma:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alvaro Brucil', written over a horizontal line.

Alvaro Miguel Brucil Pupiales
Estudiante que ejecuta el Trabajo de Titulación
C.C/Pasaporte: 1003854807
Carrera: Ingeniería en Zootecnia

Ibarra, Mayo de 2019



DEDICATORIA

El presente estudio lo dedico a Dios, quien ha guiado mi camino y me ha permitido ser cada día una persona mejor ante la sociedad.

Esencialmente a mi padre José Miguel Brucil quien ha sido el pilar fundamental en mi vida, que con sus consejos, cariño y su apoyo incondicional ha sabido guiarme en mi formación profesional.

A mi madre Ana María Pupiales y a mis hermanos quienes me enseñaron a seguir adelante ante cualquier problema o adversidad ya luchar por mis sueños y metas.

Álvaro Brucil



AGRADECIMIENTOS

A la carrera de Ingeniería en Zootecnia de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, por brindarme las herramientas necesarias para mi formación académica, cristiana y ética.

A mi tutor académico Msc. Tito Mendoza por su paciencia y compartir sus conocimientos para el desarrollo del trabajo investigativo.

A Mgs. Manly Espinosa por haberme brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos, de igual manera gracias por su apoyo, tiempo y recomendaciones brindadas para la culminación de este proyecto.

A Msc. Luis Humberto Haro por apoyarme y guiarme en la realización de este trabajo y como también del análisis de las muestras en el Laboratorio de Bioquímica de la PUCE.

A mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento para llegar alcanzar un peldaño más en mi vida profesional.

Álvaro Brucil

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICA.....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS	iv
AUTORÍA	v
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN.....	vi
DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN.....	vii
DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I	1
Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General	2

1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Hipótesis	3
CAPÍTULO II.....	4
Estado del Arte.....	4
2.1 Cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	4
2.2 Descripción zoológica	4
2.3 Clasificación de cuyes	5
2.3.1 Por conformación del cuerpo.....	5
2.3.2 De acuerdo al pelaje	5
2.3.3 Por línea.....	5
2.3.4 Por raza.....	5
2.4 Anatomía y Fisiología Digestiva	5
2.4.1 Anatomía digestiva	5
2.4.2 Fisiología digestiva.....	7
2.4.3 Actividad cecotrófica.....	9
2.5 Valor nutritivo de la carne del cuy	10
2.6 Etapas productivas	10
2.6.1 Crecimiento o Recría I.....	10
2.6.2 Engorde o Recría II.....	11
2.6.2.1 Edad óptima de saca	11
2.7 Nutrición y alimentación	11
2.7.1 Necesidades nutricionales.....	11

2.7.1.1 Proteína	11
2.7.1.2 Energía	12
2.7.1.3 Grasa	12
2.7.1.4 Fibra	12
2.7.1.5 Agua.....	13
2.7.1.6 Minerales.....	13
2.7.1.7 Vitaminas	13
2.8 Alimentación.....	14
2.8.1 Sistemas de alimentación	14
2.8.1.1 Alimentación a base de forrajes	15
2.8.1.2 Alimentación mixta.....	15
2.8.1.3 Alimentación balanceada	16
2.9 Aditivos.....	16
2.9.1 Promotores de crecimiento	17
2.10 β - agonistas adrenérgicos (β AA)	17
2.10.1 Ractopamina	17
2.10.2 Mecanismo de Acción	19
2.10.3 Farmacocinética.....	21
2.10.4 Beneficios	21
2.10.5 Toxicidad.....	22
2.10.6 Influencia de ractopamina en diferentes investigaciones científicas.....	22

CAPÍTULO III.....	24
Materiales y Métodos.....	24
3.1 Características del lugar de estudio	24
3.1.1 Ubicación política.....	24
3.1.2 Ubicación geográfica.....	24
3.1.3 Condiciones Climáticas	24
3.2 Materiales	25
3.3 Metodología.....	26
3.3.1 Diseño experimental	26
3.3.2 Modelo del diseño experimental.....	26
3.3.3 Tratamientos	26
3.4 Análisis estadístico	27
3.5 Variables a evaluar	27
3.5.1 Consumo de alimento	27
3.5.2 Incremento de peso.....	28
3.5.3 Conversión alimenticia.....	28
3.5.4 Rendimiento a la canal.....	28
3.5.5 Análisis económico.....	29
3.6 Manejo del ensayo	29
3.6.1 Construcción de las pozas.....	29
3.6.2 Elaboración de registros	29
3.6.3 Pesaje	29
3.6.4 Formación de unidades experimentales.....	30
3.6.5 Alimentación.....	30

3.6.5.1 Suministro de forraje	30
3.6.5.2 Suministro de balanceado	30
3.7 Manejo sanitario	31
3.8 Análisis químico proximal de carcasas.....	31
3.8.1 Determinación de humedad	31
3.8.2 Determinación de cenizas	32
3.8.3 Determinación de proteína.....	32
3.8.4 Determinación de extracto etéreo	33
3.8.5 Determinación de energía	34
CAPÍTULO IV	36
Resultados y Discusión.....	36
4.1 Consumo de alimento de la etapa de engorde	36
4.2 Incremento de peso etapa de engorde.....	38
4.3 Peso corporal final	40
4.4 Conversión alimenticia etapa de engorde.....	42
4.5 Rendimiento a la canal.....	44
4.6 Análisis químico proximal de la carne	47
4.6.1 Análisis de humedad.....	47
4.6.2 Análisis de cenizas.....	49
4.6.3 Análisis de proteína	51
4.6.4 Análisis de extracto etéreo.....	54
4.6.5 Análisis de energía.....	56
4.7 Correlación incremento de peso etapa de engorde frente a conversión alimenticia etapa de engorde	58
4.8 Correlación peso corporal final frente a rendimiento a la canal.....	60

4.9	Correlación incremento de peso etapa engorde frente a proteína de la carne...	61
4.10	Correlación rendimiento a la canal frente a proteína.....	62
4.11	Correlación rendimiento a la canal frente a humedad de la carne.....	63
4.12	Análisis económico.....	64
4.13	Socialización.....	66
CAPÍTULO V.....		68
5.1	Conclusiones.....	68
5.2	Recomendaciones	70.
BIBLIOGRAFÍA		71
ANEXOS		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cuy	4
Tabla 2. Valor nutritivo de la carne de cuy comparada con otras especies animales	10
Tabla 3. Requerimientos nutricionales para cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.....	14
Tabla 4. Ubicación geográfica (Granja Experimental PUCESI).....	24
Tabla 5. Condiciones climáticas (Granja Experimental PUCESI).....	25
Tabla 6. Esquema del análisis de varianza.....	27
Tabla 7. Consumo de alimento por animal etapa de engorde	36
Tabla 8. Análisis de varianza para consumo de alimento en la etapa de engorde	37
Tabla 9. Incremento de peso etapa de engorde	38
Tabla 10. Análisis de varianza para incremento de peso en etapa de engorde	39
Tabla 11. Peso corporal final.....	40
Tabla 12. Análisis de varianza para peso corporal final	41
Tabla 13. Conversión alimenticia etapa engorde	43
Tabla 14. Análisis de varianza para conversión alimenticia etapa de engorde.....	43
Tabla 15. Rendimiento a la canal	45
Tabla 16. Análisis de varianza para porcentajes de rendimiento a la canal	45
Tabla 17. Porcentaje de humedad en la carcasa de cuy	47
Tabla 18. Análisis de varianza para humedad contenida en la carcasa de cuy	48
Tabla 19. Porcentaje de ceniza en la carcasa de cuy.....	49
Tabla 20. Análisis de varianza para ceniza contenida en la carcasa de cuy.....	50
Tabla 21. Porcentaje de proteína en la carcasa de cuy	52
Tabla 22. Análisis de varianza para proteína contenida en la carcasa de cuy.....	52
Tabla 23. Porcentaje de extracto etéreo en la carcasa de cuy	54
Tabla 24. Análisis de varianza para extracto etéreo contenida en la carcasa de cuy	55
Tabla 25. Porcentaje de calorías en la carcasa de cuy.....	56
Tabla 26. Análisis de varianza para calorías contenidas en la carcasa de cuy.....	57
Tabla 27. Correlación incremento de peso etapa de engorde frente a conversión alimenticia etapa de engorde.....	59
Tabla 28. Correlación peso corporal final frente a rendimiento a la canal	60
Tabla 29. Correlación incremento de peso etapa de engorde frente a proteína de la carne	61

Tabla 30. Correlación rendimiento a la canal frente a proteína de la carne	62
Tabla 31. Correlación rendimiento a la canal frente a humedad de la carne	63
Tabla 32. Análisis económico de los tratamientos	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del clorhidrato de ractopamina.....	19
Figura 2. Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos	20
Figura 3. Distribución aleatoria de tratamientos.....	26
Figura 4. Consumo de alimento/animal etapa de engorde.....	37
Figura 5. Prueba Tukey al 5 % para incremento de peso etapa de engorde.....	39
Figura 6. Prueba Tukey al 5% para peso corporal final.....	42
Figura 7. Prueba Tukey al 5% para conversión alimenticia etapa de engorde	44
Figura 8. Prueba Tukey al 5 % para porcentaje de rendimiento a la canal.....	46
Figura 9. Prueba Tukey al 5% para humedad contenida en la carcasa de cuy.....	48
Figura 10. Prueba Tukey al 5% para ceniza contenida en la carcasa de cuy	51
Figura 11. Prueba Tukey al 5% para proteína contenida en la carcasa de cuy	53
Figura 12. Prueba Tukey al 5% para extracto etéreo contenido en la carcasa de cuy	55
Figura 13. Prueba Tukey al 5% para calorías contenidas en la carcasa de cuy	58
Figura 14. Gráfico de dispersión de incremento de peso etapa de engorde frente a conversión alimenticia etapa de engorde.	59
Figura 15. Gráfico de dispersión de peso corporal final frente a rendimiento a la canal.	61
Figura 16. Gráfico de dispersión de peso etapa engorde frente a proteína de la carne.	62
Figura 17. Gráfico de dispersión de rendimiento a la canal frente a proteína de la carne.	63
Figura 18. Gráfico de dispersión de rendimiento a la canal frente a humedad de la carne.	64
Figura 19. Resultados de la socialización de la investigación.	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de peso semanal de cuyes	80
Anexo 2. Registro de consumo de alimento semanal	80
Anexo 3. Registro de mortalidad de cuyes	81
Anexo 4. Porcentaje de mortalidad.....	81
Anexo 5. Pesos y porcentajes del rendimiento a la canal	81
Anexo 6. Análisis proximal de la carne	82
Anexo 7. Preparación de Pozas.....	82
Anexo 8. Análisis químico proximal del balanceado	83
Anexo 9. Alimentación Mixta	83
Anexo 10. Pesaje de los animales	84
Anexo 11. Mezcla del aditivo (Ractopamina) en el alimento balanceado.....	85
Anexo 12. Pesaje del tratamiento 3 y tratamiento 4	85
Anexo 13. Tratamientos en estudio	86
Anexo 14. Limpieza de las Pozas	86
Anexo 15. Rendimiento a la Canal	87
Anexo 16. Análisis químico proximal de humedad de la carne de cuy.....	87
Anexo 17. Análisis químico proximal de cenizas de la carne de cuy.....	88
Anexo 18. Análisis químico proximal de proteína de la carne de cuy	88
Anexo 19. Análisis químico proximal de extracto etéreo de la carne de cuy.....	89
Anexo 20. Análisis químico proximal de energía de la carne de cuy.....	89
Anexo 21. Invitación de socialización.....	90
Anexo 22. Encuesta	91
Anexo 23. Lista de asistencia	92
Anexo 24. Socialización	93

RESUMEN

El estudio se realizó en la granja experimental ECAA, ubicada en las instalaciones de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra” (PUCE-SI). El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la administración de ractopamina en la dieta sobre la respuesta de rendimiento a la canal y composición química (humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo y calorías) de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones, utilizando 45 cuyes machos Tipo 1 de 25 días de edad que se distribuyeron en 9 unidades experimentales. Cada unidad experimental constituida con 5 cuyes. Los tratamientos fueron: T0 (testigo) con 0 ppm de ractopamina, T1 y T2 con dosis de 10 y 20 ppm de ractopamina respectivamente. Se determinaron los índices productivos (peso promedio, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia) y composición química de la carcasa. En la presente investigación no se evidenció efecto de la adición de ractopamina para consumo de alimento, incremento de peso, peso final promedio, conversión alimenticia y rendimiento a la canal en relación al testigo. En cuanto a la composición química de la carcasa existe una interacción de ractopamina en dosis de 20 ppm disminuyendo la humedad un 3,84% y cenizas un 17,42%, a diferencia de la proteína que aumentó un 2,10%, extracto etéreo un 8,96% y las calorías 1,88%, en relación al testigo.

Palabras claves: ractopamina, rendimiento a la canal, *Cavia porcellus*

ABSTRACT

The study was carried out in the experimental farm ECAA, located in the facilities of the "Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra" (PUCE-SI). The main objective of this research was to evaluate the effect of the administration of ractopamine in the diet on the performance response to the carcass and chemical composition (moisture, ash, protein, ether extract and calories) of the carcass of guinea pigs (*Cavia porcellus*). It was used Completely Randomized Design (DCA), with three treatments and three repetitions, using 45 Type 1 male coats of 25 days of age that were distributed in 9 experimental units. Each experimental unit constituted with 5 guinea pigs. The treatments were: T0 (control) with 0 ppm ractopamine, T1 and T2 with dose of 10 and 20 ppm of ractopamine respectively. The productive indices (average weight, daily weight gain, feed consumption, feed conversion) and chemical composition of the carcass were determined. In the present investigation, no effect of the addition of ractopamine was observed for food consumption, weight increase, average final weight, feed conversion and yield to the carcass in relation to the control. Regarding the chemical composition of the carcass, there is an interaction of ractopamine in dose of 20 ppm, decreasing humidity by 3.84% and ashes by 17.42%, unlike the protein that increased by 2.10%, ether extract 8.96% and calories 1.88%, in relation to the witness.

Keywords: ractopamine, carcass yield, *Cavia porcellus*

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Antecedentes

La producción actual de cobayos presentes en la zona ecuatoriana corresponde a una producción rural, por ende su mayor parte se encuentra en la sierra ecuatoriana, manejando un sistema de alimentación tradicional de niveles de producción bajos, por lo cual desde hace muchos años esta explotación pecuaria ha tenido un crecimiento regular debido a la falta de conocimiento de alternativas en la alimentación de cuyes por parte de los productores, dando así como resultado un cobayo de menor masa muscular y de mayor cantidad de grasa (Agronegocios, 2017).

Por tal motivo se ha creado la necesidad de investigar el uso de nuevos productos no nutricionales que vayan a mejorar el rendimiento productivo de los cobayos, ya que las causas de poseer un alto contenido de grasa a la canal de un cuy (*Cavia porcellus*) puede deberse a varios factores, los cuales pueden afectar en sus parámetros productivos como: ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Dentro de la suplementación nutricional se encuentran compuestos como la ractopamina, la cual nos ayudará a mejorar la conversión alimenticia del animal mejorando su producción de carne siendo esta al final magra y lo más importante que no requiera un tiempo de retiro al momento de su sacrificio (Ochoa, 2007).

1.2 Justificación

Desde el punto de vista técnico, científico, académico y productivo, este trabajo investigativo pretende determinar si la ractopamina es importante en la suplementación alimenticia de los cobayos machos, permitiendo que sea una alternativa en su producción, pretendiendo mejorar así en el animal su rendimiento a la canal, incrementando ciertos indicadores productivos y que puedan brindar como resultados un tejido magro en el cuy.

El uso de ractopamina se disminuye a través del tiempo siendo está más efectiva durante las dos primeras semanas de su administración debido a la retro regulación de

los receptores β permitiendo así la síntesis proteica en el animal y brindando una carcasa con 35% de agua ligada al musculo (INFOPORK, 2012).

Esta investigación sobre el uso de ractopamina en la alimentación de cuyes pretende mejorar la productividad y rentabilidad del cobayocultor, volviéndolo en un mercado competitivo y a su vez beneficiando directamente al productor como el consumidor ya que este ofrecerá un producto de mejor calidad.

Al recopilar y obtener resultados favorables en esta investigación es posible socializar o extrapolar estos procedimientos al resto de productores de cobayos.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar el rendimiento a la canal del cuy mediante la administración de clorhidrato de ractopamina en la dieta para la determinación de calidad cárnica.

1.3.2 Específicos

- Determinar el efecto de la administración de clorhidrato de ractopamina en la dieta, sobre los índices productivos en cuyes machos tipo 1.
- Medir la cantidad de agua, cenizas, porcentaje de grasa, proteína y calorías de los diferentes tratamientos mediante análisis de laboratorio para la determinación de sus valores.
- Comprobar los costos de cada dieta por medio del análisis de sus componentes para la selección del tratamiento más eficiente.
- Socializar los resultados de la investigación mediante un día de campo para su difusión e introducción de nuevos estudios.

1.4 Hipótesis

H₀: El uso de clorhidrato de ractopamina en cobayos no incrementa el rendimiento a la canal.

H_a: El uso de clorhidrato de ractopamina en cobayos incrementa el rendimiento a la canal.

CAPÍTULO II

Estado del Arte

2.1 Cuy (*Cavia porcellus*)

Es un mamífero roedor originario de la zona andina de América del Sur, el cual se ha adaptado a la gran diversidad de productos para su alimentación que van desde; desperdicios de cocinas hasta cosechas de forrajes y concentrados (Castro, 2002), por su capacidad de adaptabilidad a diferentes cambios climáticos ya sea en zonas frías como cálidas y por sus ventajas de producción obteniendo una carne magra, esta especie contribuye a la seguridad alimentaria (Chauca, 1997). Es un producto alimenticio de alto valor nutritivo (20,3% proteína y bajos contenidos de colesterol 65 mg/100g) haciéndolo ideal para incluirla en una alimentación equilibrada (Santos, 2007).

2.2 Descripción zoológica

La clasificación zoológica del cuy se determina a continuación (Tabla 1):

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del cuy

Taxonomía	Descripción
Reino	Animal
Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Familia	Caviidae
Género	<i>Cavia</i>
Especie	<i>Cavia porcellus</i> (Linnaeus, 1758).

Fuente: (Estupiñan, 2003).

2.3 Clasificación de cuyes

2.3.1 Por conformación del cuerpo

Según la forma del cuerpo Vargas y Yupa, (2011) clasifica al cuy en dos tipos:

- Tipo A: cuerpo redondeado
- Tipo B: cuerpo alargado

2.3.2 De acuerdo al pelaje

Balseca, (2015) clasifica al cuy de acuerdo al pelaje en cuatro tipos:

- Tipo 1: lacio
- Tipo 2: crespo
- Tipo 3: largo (lacio - crespo)
- Tipo 4: enzortijado

2.3.3 Por línea

Aliaga, *et al.*, (2009) clasifica al cobayo según su línea en:

- Línea Andina del INIA
- Línea Inti del INIA
- Línea Inka del INIA

2.3.4 Por raza

El cuy se clasifica según su uniformidad de las características morfológicas en dos razas (Aliaga, *et al.*, 2009).

- Raza Perú del INIA
- Raza Wanka de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP)

2.4 Anatomía y Fisiología Digestiva

2.4.1 Anatomía digestiva

El tracto digestivo, puede considerarse como un tubo que se extiende desde la boca hasta el ano, revestido por una membrana mucosa, cuya misión consiste en la

prensión, ingestión, trituración, digestión y absorción de los alimentos, así como la eliminación de los productos sólidos de desecho (McDonald, *et al.*, 2011).

Para que el aparato digestivo pueda realizar satisfactoriamente sus funciones, lleva a cabo a través de las células y asociaciones una función endocrina, donde cuyas hormonas tienen funciones de regulación de los procesos digestivos y para ello es indispensable la inervación de los diferentes órganos así como de los vasos sanguíneos y linfáticos responsables del transporte de los componentes nutritivos separados de los alimentos, estos vasos se encuentran en estrecha unión con las formaciones linfáticas presentes en el interior de todo el tracto digestivo (Konig y Liebich, 2008).

El aparato digestivo del cobayo está conformado por:

- **Cavidad bucal:** albergan distintas estructuras accesorias como los dientes, lengua y glándulas salivares que ayudan en las funciones de prender, fragmentar y ensalivar el alimento (Navarro, 2013), la fórmula dentaria de los cuyes está conformada por: I= 1/1; C=0/0; PM= 1/1; M= 3/3; en total son veinte dientes, cabe mencionar que no se aprecia un cambio de dentadura de leche a definitivos (Aliaga, *et al.*, 2009).
- **Faringe:** se encuentra dividida en dos porciones, respiratoria y digestiva, constituye un anillo muscular que cuando contrae produce la elevación de la glotis y la correspondiente deglución del alimento (Torres, 2015).
- **Estómago:** situado entre el esófago y el duodeno y representa una porción dilatada del tubo digestivo (Konig y Liebich, 2008).
- **Intestino delgado:** conformado por tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon (McDonal, *et al.*, 2011).
- **Intestino grueso:** está constituido por diferentes segmentos el ciego el cual es el uno de los más importantes en los cobayos, el colon dividido en ascendente, transversal y descendente y finalmente el recto (Navarro, 2013).

- **Glándulas accesorias:** desempeñan funciones cruciales vinculados en la digestión gastrointestinal, como lo son el hígado y el páncreas (Torres, 2015)

2.4.2 Fisiología digestiva

El cuy es un roedor herbívoro y monogástrico, clasificado por su anatomía gastrointestinal como un animal de fermentación postgástrica, lo cual permite tener dos tipos de digestión: una enzimática a nivel del estómago y otra microbiana a nivel del ciego (Aliaga, *et al.*, 2009).

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir los nutrientes del medio externo al medio interno para luego ser transmitidos al sistema circulatorio y a través de este a cada una de las células del organismo (López, 2014), es un proceso bastante complejo que comprende:

- **Ingestión:** es fundamentalmente mecánico donde los alimentos son llevados hacia la boca (McDonal, *et al.*, 2011).
- **Digestión:** las grandes partículas de los alimentos son trituradas en moléculas pequeñas por acción de ácidos o agentes químicos digestivos, enzimas específicas y en algunos casos por acción microbiana (Shimada, 2015).
- **Absorción:** las partículas fragmentadas en el proceso de digestión pasan a las membranas de las células intestinales a la sangre y a la linfa (Navarro, 2013).
- **Motilidad:** movimiento efectuado por la contracción de los músculos lisos que forman parte de la pared del tracto intestinal (Saldivar, 2011).

La fisiología digestiva inicia con la ingestión, el cual es el proceso de llevar los diferentes alimentos hacia la boca para su posterior digestión, donde los alimentos son triturados y mezclados con la saliva que contiene 99 % de agua y 1% de mucina, sales inorgánicas y las enzimas α -amilasa y el complejo lisozima y con ello inician el proceso químico de la digestión, formándose el bolo alimenticio (McDonal, *et al.*, 2011).

El alimento es comprimido y conducido mediante la deglución desde la boca hacia el esófago y posteriormente hacia el estómago donde se realiza una digestión enzimática, allí se disuelve el alimento a través del ácido clorhídrico y se convierte

en una solución denominada quimo, además el ácido clorhídrico destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento y cumple la función protectora del organismo (Aliaga, *et al.*, 2009).

Algunos carbohidratos y proteínas son degradadas, sin embargo estas no llegan al estado de glucosa ni aminoácidos; por otro lado las grasas no sufren modificaciones, mientras que la secreción de pepsinógeno, al ser activada por el ácido clorhídrico se convierte en pepsina degradando a las proteínas y convirtiéndolas en polipéptidos, así como también en algunas amilasas que degradan a los carbohidratos y en lipasas que degradan a las grasas, segrega también la gastrina sustancia que regula la motilidad y es esencial en la absorción de la vitamina B12 a nivel del intestino delgado, cabe señalar que en el estómago no hay absorción (Navarro, 2013).

La ingesta no demora más de dos horas en atravesar el estómago e intestino delgado, siendo en el ciego donde demora 48 horas. La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal, lo que permite una mejor absorción de nutrientes y su ingestión, en los cobayos puede contribuir a cubrir los requerimientos de energía (León, 2015).

En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la región duodenal; el quimo se transforma a quilo por efecto de las enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis, las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos y en la región del yeyuno tiene lugar la absorción de vitaminas, la mayor parte del agua, cloruro de sodio y otros microelementos (Aliaga, *et al.*, 2009).

La degradación de las grasas se realiza por la lipasa pancreática, esta enzima no hidroliza totalmente los triacilglicérols, sino que su actividad cesa en la fase de monoacilglicérols. Las grasas de la ración abandonan el estómago en forma de grandes glóbulos que no se hidrolizan con facilidad, ya que su hidrólisis se ve favorecida al emulsionarse con las sales biliares (McDonal, *et al.*, 2011).

Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, esta especie posee un ciego desarrollado existiendo una digestión microbiana (Rico, 2003).

El intestino grueso tiene una importante función en la recuperación de nutrientes, electrolitos y agua de los productos de la digestión microbiana los cuales son absorbidos en este nivel, el cual posee un ciego muy desarrollado y con presencia de flora bacteriana la cual es altamente predominante; además, presenta protozoarios principalmente del tipo *Entodinium*, *Diplodinium*, *Isotricha* y *Dasitricha*, identificados gracias a la implementación de la técnica de fistulación en estos animales; todos son responsables de la fermentación de los alimentos fibrosos (Torres, 2013).

El metabolismo del ciego cumple una función importante en la síntesis de los microorganismos, en la vitamina K y en la mayoría de las vitaminas del grupo B (Aliaga, *et al.*, 2009).

Finalmente todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano (León, 2015).

Aquellas bacterias Gram positivas que finalizaron su ciclo de vida en el ciego funcional, forman bolos fecales blandos con un alto contenido de nitrógeno, que contribuyen a la reutilización alimenticia denominada cecotrófia (Hirakawa, 2001).

2.4.3 Actividad cecotrófica

Aliaga, (1979) citado por Aliaga, *et al.*, (2009) define al proceso digestivo denominado cecotrofia, como un mecanismo de compensación biológica que le permite al cuy el máximo aprovechamiento de sus productos metabólicos, ante la desventaja nutricional que representa el hecho de que esta ocurra en las proporciones posteriores del tracto gastrointestinal.

El cuy es un animal que realiza cecotrofia ya que produce dos tipos de heces: una blanda (cecótrofo) que son reingeridas y reutilizables ricas en nitrógeno, minerales, vitaminas y ácidos grasos volátiles y otra que es eliminada como heces duras, este evento consiste en que el cuy toma directamente el cecótrofo de su ano que fue

rápido expulsado de su intestino grueso y que es rico en proteína (25%) y fibra (20%) por ende pasa por una segunda digestión en el estómago e intestino delgado para una reabsorción importante de aminoácidos (Hanco, 2017).

La cantidad de cecotrofos producidas e ingeridas, es aproximadamente un tercio del material fecal total, sin embargo pueden variar según el animal, la edad y la composición del alimento (Aliaga, *et al.*, 2009).

2.5 Valor nutritivo de la carne del cuy

Álvarez, (2004) afirma que la carne de cuy se caracteriza por ser rica en proteína, ya que contiene 20%, valor superior en comparación a otras especies de interés zootécnico (Tabla 2), en cuanto a la grasa posee un 7,8% lo cual refiere una cantidad menor entre las especies animales.

Tabla 2.

Valor nutritivo de la carne de cuy comparada con otras especies animales

Especie	Proteína (%)	Grasa (%)
Cuy	20,02	7,8
Pollo	18,20	10,20
Vacuno	18,70	18,20
Caprino	18,70	9,40
Porcino	12,40	35,80
Ovino	18,20	19,40

Fuente: (Montes, 2012).

2.6 Etapas productivas

Barrie, (2004) establece las etapas más importantes en el proceso de engorde y saca de los cobayos:

2.6.1 Crecimiento o Recría I

Es el periodo de transición entre el destete y sexaje, los cuyes destetados (machos y hembras) son llevados a pozas especiales por un tiempo de 10 a 15 días, hasta llegar a un peso entre los 350 a 400 gramos. En esta etapa pueden ser revisados para determinar su sexo y luego separarlos a etapa de engorde (Toro, 2016).

2.6.2 Engorde o Recría II

Es la etapa de finalización de los cuyes, comprende una duración de 45 a 60 días, dependiendo de la nutrición, alimentación, línea, tipo o raza empleada en la producción, es importante no prolongar esta fase para evitar peleas entre los machos y malograr la calidad de la carcasa (Bizhat, 2010).

2.6.2.1 Edad óptima de saca

La edad de saca es aquella en la que se logra el peso adecuado de comercialización, está depende de varios factores: el valor del kilogramo de cuy en el mercado, el consumo y el costo diario del alimento (forraje más el concentrado consumido en función del peso vivo), la velocidad del crecimiento, el consumo de materia seca acumulada, el índice de conversión alimenticia, y para ello se puede determinar por medio de la diferencia del valor de comercialización de un gramo de peso vivo o a través del estudio de costos para determinar la rentabilidad semanal lograda (Aliaga, *et al.*, 2009).

2.7 Nutrición y alimentación

López y colaboradores. (2003) afirman que la nutrición es uno de los factores más importantes dentro del proceso productivo, por ello la alimentación es determinante en el éxito o fracaso de una explotación pecuaria.

2.7.1 Necesidades nutricionales

Los requerimientos nutricionales se establecen de acuerdo al estado fisiológico, edad y el tipo de clima donde se desarrolla la explotación y a través de estos permitan elaborar raciones alimenticias que satisfagan las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción (Chauca, 2007).

2.7.1.1 Proteína

Las proteínas son el principal componente para la formación y mantenimiento de tejidos, dependiendo más de la calidad que de la cantidad que ingiera el animal (FAO, 1998), además ayudan a regular y controlar las reacciones químicas dentro del cuerpo a través de enzimas, hormonas y los anticuerpos (Revollo, 2009).

López y colaboradores, (2003) afirman que al suministrar un inadecuado porcentaje de proteína en la ración alimenticia produce efectos colaterales como: menor peso al nacimiento, déficit en el crecimiento, baja producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia en la utilización de alimentos.

Urrego, (2009) manifiesta que la administración de proteína en cuyes debe ser del 17 % para crecimiento de una mezcla correctamente balanceada, sin embargo se debe elevar este nivel 1% más para gestación y 4 % más para lactancia.

2.7.1.2 Energía

Los carbohidratos son componentes esenciales de energía en una dieta para cuyes, por tanto este necesita 3000 kcal/kg en etapa de crecimiento y siendo menor en etapa de gestación y lactancia con un rango de 2800 a 3000 kcal/kg (Caycedo, 2000), además es requerida para mantener funciones vitales del cuerpo como: mantenimiento, crecimiento y producción por tanto una vez satisfechos estos requerimientos la energía se almacena en el cuerpo en forma de grasa (Rico, 2003).

2.7.1.3 Grasa

El cuy necesita de un aporte permanente de dos ácidos grasos esenciales en la ración alimenticia que son: linoleico y linolénico para evitar un retardo en el crecimiento, pobre crecimiento de pelo o anemia microcítica. (Hanco, 2017)

Madrid, Esteire y Cenzano. (2013) mencionan que la grasa realiza diferentes funciones esenciales como: función energética, ser vehículo para las vitaminas liposolubles, aportar ácidos grasos insaturados, favorecer la absorción de calcio, el 20 % de las grasas satisfacen las necesidades calóricas diarias de un individuo y como también su ingestión en cantidades excesivas produce obesidad como consecuencia de su acumulación en diversos tejidos y órganos.

Vílchez, (2006) citado por Jiménez (2007) indica que los requerimientos de grasa para las diferentes etapas productivas de cobayos son de 3%.

2.7.1.4 Fibra

Este componente favorece la digestibilidad de otros nutrientes, debido a que retarda el paso de alimentos a través del tracto digestivo, permitiendo la digestión

de celulosa en el ciego para contribuir a los requerimientos de energía. Al realizar una alimentación mixta el suministro de fibra pierde importancia de un alimento balanceado (Acosta, 2010).

La administración de fibra en cobayos puede ir desde el 8 a 17 % en etapas de gestación y lactancia, y del 10 % en fase de crecimiento (Padilla, 2006).

2.7.1.5 Agua

Es el principal componente del organismo animal (60 o 70%), indispensable para un crecimiento y desarrollo normal (Shimada, 2005), además ayuda a la regulación de temperatura corporal, procesos metabólicos, producción de leche, transporte de nutrientes y desechos (Chalán, 2016).

La cantidad que necesita un animal para realizar sus procesos vitales es del 10% de su peso vivo, y depende de diversos factores como: clima, peso, tipo de alimentación y temperatura del ambiente.

2.7.1.6 Minerales

Cáceres, (2011) señala que los minerales son imprescindibles para el crecimiento, conservación, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales. La mayoría de minerales esenciales, se encuentran en forrajes y concentrados y su absorción depende de la edad del animal pues cuanto más joven sea mejor utiliza los minerales ya que a mayor edad menor retención.

El hierro se distribuye en un 70 % en la hemoglobina, conjuntamente transporta el oxígeno de los globulos rojos desde los pulmones a los tejidos, por otro lado el sodio y el potasio ayudan en el mantenimiento del equilibrio de líquidos dentro del organismo, mientras que el calcio participa en la contracción de la musculatura (Huanca, 2017).

2.7.1.7 Vitaminas

Las vitaminas constituyen hoy en día una parte esencial en la alimentación de los cobayos, ya que su déficit produce alteraciones estructurales en los tejidos vitales (Chalán, 2016).

Algunas de las vitaminas que el cobayo necesita puede sintetizarlos el mismo (vitamina D y del grupo B), mientras que la vitamina C necesita incorporarse de manera externa por medio de forrajes, trébol, alfalfa, kikuyo, hortalizas o en raciones concentradas (Toro, 2016).

Tabla 3.

Requerimientos nutricionales para cuyes en las etapas de crecimiento y engorde

Nutrientes	Unidad	Crecimiento	Engorde
Proteínas	%	12 – 17	17
Energía Digestible	Kcal/kg	2800	2800
Fibra	%	10	10
Calcio	%	0,8 – 1,0	1
Fosforo	%	0,4 – 0,7	0,8
Magnesio	%	0,1 – 0,3	0,3
Potasio	%	0,5 – 1,4	1,4
Vitamina C	mg	200	200
Tiamina	mg	16	16
Vitamina K	mg	16	16
Rivoflavina	mg	16	16

Fuente: (Urrego, 2009).

2.8 Alimentación

Es el factor de mayor importancia en la explotación pecuaria, por tal motivo al elaborar raciones alimenticias de acuerdo a los requerimientos nutricionales conllevará a una mejora en la productividad, debido a que satisface las necesidades de crecimiento, mantenimiento y producción (Caravaca, 2006).

Rico, (2003) manifiesta que los factores que influyen en la alimentación del animal son: densidad de animales por metro cuadrado (m²) para evitar hacinamientos, horario de alimentación, estado fisiológico de los animales, calidad y estado del forraje para prevenir enfermedades y brindar los requerimientos nutricionales según la etapa en la que se encuentra.

2.8.1 Sistemas de alimentación

Guerra, (2009) afirma que en cobayos, los sistemas de alimentación dependen de la disponibilidad de los alimentos y los costos que estos tengan en el año, es por eso que la restricción de forrajes o concentrados hacen del cuy una especie versátil en su alimentación.

Los diferentes sistemas de alimentación a utilizarse en la producción de cobayos son:

- Alimentación a base de forraje
- Alimentación mixta (forraje + balanceado)
- Alimentación balanceada

2.8.1.1 Alimentación a base de forrajes

El forraje es cualquier parte comestible de un vegetal que no afecta al organismo y que dispone de un valor nutritivo. El vegetal debe tener los requisitos de aceptabilidad, disponibilidad y aporte de nutriente (Aliaga, *et al.*, 2009).

Los forrajes son la principal fuente de nutrientes, en especial de vitamina C, los cuales deben ser una mezcla de leguminosas y gramíneas para un balance nutricional, resultando así como único alimento para el cuy (Castro, 2002).

Al realizar una alimentación a base de forraje verde el cobayo debe consumir un tercio de su peso vivo. (San Miguel y Serrahima. 2004). Los forrajes más utilizados en la alimentación de cuyes son: alfalfa, rye grass, trébol, kikuyo, entre otras (FAO, 1998).

Es importante recalcar que con este sistema de alimentación no se logra el mayor rendimiento en los animales, aunque cubre la parte voluminosa.

2.8.1.2 Alimentación mixta

FAO, (2009) denomina alimentación mixta al suministro de concentrado más forraje pudiendo ser este último en cantidades restringidas, sin embargo, el concentrado puede constituir un 40% de toda la alimentación, este debe ser de calidad, inocuo y de bajo costo.

Cabe mencionar que el alimento concentrado satisface los requerimientos de proteína, energía, minerales y vitaminas; por otro lado, el forraje asegura la ingestión adecuada de fibra y ayuda a cubrir en parte los requerimientos de algunos nutrientes, con esta alimentación se logra el rendimiento óptimo de los animales (Aliaga, *et al.*, 2009).

Las etapas en las que se puede suministrar concentrado a los cobayos son: al inicio del empadre, al finalizar la preñez, en la etapa de crecimiento y las dos últimas semanas de finalización (Chinguercela, 2014).

2.8.1.3 Alimentación balanceada

Al suministrar el balanceado como único alimento, se realiza una ración alimenticia equilibrada que satisfaga las necesidades nutricionales de los cuyes por tal motivo el consumo animal/día se incrementan (40 a 60 gr/animal/día), el porcentaje mínimo de fibra debe ser 9 % y el máximo de 18% y en lo posible el alimento balanceado debe ser peletizado, ya que existe un menor desperdicio en comparación a las raciones en polvo (Aliaga, *et al.*, 2009). Bajo este sistema de alimentación, debe proporcionarse diariamente vitamina C, ya sea en el alimento o a través del agua, debido a que el cuy; en su proceso de digestión no sintetiza esta vitamina (García, 2014).

2.9 Aditivos

Ravindran, (2010) afirma que los aditivos alimenticios son sustancias, microorganismos o preparados de las materias primas o pre mezclas, que se añaden intencionalmente al alimento o al agua en bajas cantidades para influir favorablemente en las características físicas, químicas, biológicas o sensoriales de los alimentos.

Los aditivos para piensos, son suministros que se administran a los animales para mejorar la efectividad de los nutrientes y ejercer sus efectos en el tracto digestivo o en las células de las paredes del mismo, existen razones teóricas evidentes por las que los aditivos deberían ser efectivos pero, teniendo en cuenta la naturaleza dinámica de la fisiología del intestino, en ocasiones resulta muy difícil demostrar los efectos en la práctica (McDonal, *et al.*, 2011).

Shimada, (2015) clasifica en nutrición animal a los aditivos como: acidificantes, aglutinantes, amortiguadores del pH, anabólicos, antibióticos, antimicrobianos, antioxidantes, enzimas, hormonales, micóticos, pigmentales, quelantes, probióticos, prebióticos, saborizantes, odorizantes y agonistas-beta adrenérgicos.

En general los aditivos alimenticios deben valorarse de acuerdo con el beneficio productivo que permiten lograr las posibilidades económicas de su empleo y la

protección tanto física como económica del consumidor de los alimentos de origen pecuario.

2.9.1 Promotores de crecimiento

Son aquellas sustancias de origen natural o de síntesis de una actividad farmacológica, que se agregan a la ración alimenticia de los animales para mejoramiento de los índices productivos como: ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y rendimiento a la canal (Torrano, 2010).

Existen hoy en día una gran variedad de promotores de crecimiento como: hormonas, minerales, fármacos, probióticos, prebióticos, entre otros; los cuales pueden o no dejar residuos en la carcasa del animal, dependiendo el tiempo de retiro, en caso que lo tenga. Estos se destacan mejorando los parámetros productivos de los animales y consecuentemente la economía (Castro, 2010).

2.10 β - agonistas adrenérgicos (β AA)

Los agonistas se fijan al receptor y la energía química liberada con la fijación induce un cambio de conformación que pone en marcha una cadena de acontecimientos bioquímicos en el interior de la célula, lo cual conduce a una respuesta agonista-receptor (Dawson, Taylor y Reide. 2003), además los agonistas presentan actividad intrínseca y afinidad (Martínez y Rubio, 2002).

Los β AA son fármacos recientemente incorporados que se utilizan en la producción animal para mejorar la retención de nitrógeno, denominados repartidores de energía, actúan a nivel de los receptores adrenérgicos (proteínas conformadas de 450 a 600 aminoácidos), derivando la energía de los alimentos y de la lipólisis hacia la síntesis proteica muscular, su utilización presenta una serie de ventajas relacionadas no sólo con la mejora de la productividad, sino también con la calidad, pues la carne de los animales tratados con β AA tiene mayor tejido magro (Domínguez, *et. al.* 2010).

2.10.1 Ractopamina

Es un fármaco (Figura 1) que se utiliza como aditivo alimenticio en animales, con el propósito de promover el crecimiento, aumentar la masa muscular y decrecer la grasa; la forma química comercial de este aditivo es clorhidrato de ractopamina (García, 2017).

La ractopamina se encuentra clasificada según su estructura química como feniletanolamina, actúa como un agonista β -adrenérgico estimulando los receptores beta a nivel de membrana celular para luego modificarlo a nivel del músculo esquelético y tejido adiposo, presentando así mejoras en los parámetros productivos de los animales y sin requerir tiempo de retiro en su carne (Ochoa, 2007).

En alimentación animal, los A β A, han sido utilizados como promotores de crecimiento y repartidores de nutrientes y su uso como aditivo han sido aprobado por la Food & Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de Norte América para su uso en el ganado vacuno de acabado (García 2017).

La ractopamina es farmacológicamente débil en el ser humano ya que se biotransforma y depura con rapidez en el animal, tanto que es imposible considerar que induzca efectos cardiovasculares adversos o de otra índole, aun consumiendo productos de origen animal provenientes de bovinos y cerdos en los que no se guardó ningún periodo de retiro (León, 2015).

Herr (2001), reporta que el efecto de ractopamina disminuye a medida que transcurre el tiempo, la velocidad de deposición de grasa incrementa a partir del día 10 a 14 después de iniciado el tratamiento, debido a que los receptores del producto comienzan a desensibilizarse.

El periodo recomendado para el uso de ractopamina es de 21 a 28 días, es decir, la fase de engorde de cada especie, ya que en esta etapa se genera mayor cantidad de nutrientes para la síntesis de grasa y de proteína, obteniendo así mejora en los parámetros productivos (Fernández, Rosas, Pérez y Cuarón, 2002), se administra a una dosis de 5 a 10 ppm para mejorar la conversión alimenticia, aumentar la ganancia de peso, así mismo al incrementar la dosis de 10 a 20 ppm aumenta el rendimiento a la canal y la calidad magra de la misma (Torres, 2015).

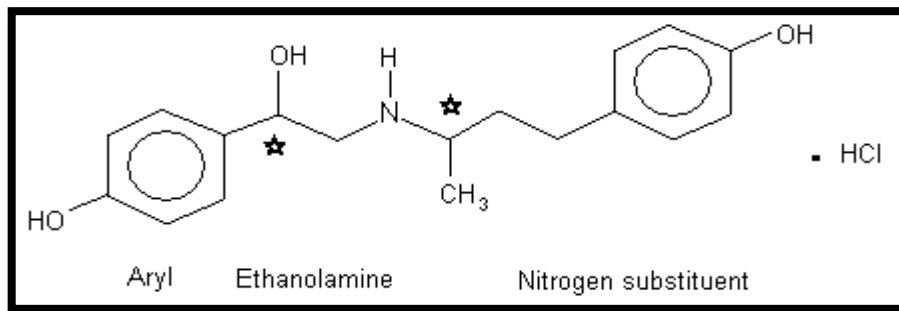


Figura 1. Estructura química del clorhidrato de ractopamina. Fuente: (Mills, 2002).

2.10.2 Mecanismo de Acción

El efecto de la ractopamina es provocar una redistribución de los nutrientes y estimular la síntesis de proteína en los animales, por lo que se puede evidenciar una importante mejora en los índices productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia y de algunos parámetros de la carcasa), el efecto de la ractopamina sobre estos parámetros puede ser interpretado por las alteraciones metabólicas provocadas por el aditivo, principalmente en la síntesis proteica, ya que el aumento de la proteína en la carcasa agrega 35% de agua ligada al músculo (Cuarón, *et al.*, 2002).

La ractopamina se une al receptor adrenérgico a nivel de la membrana celular que activa en el citoplasma la señal del sistema de generación enzimática consumiendo adenosin trifosfato (ATP) para la síntesis de adenosin monofosfato cíclico (AMPc), el cual activa una proteína cinasa por fosforilación de la molécula, las enzimas activadas promueven la liberación de la glucosa para su oferta a los tejidos periféricos, lo que favorece el transporte de aminoácidos al músculo, generando un gasto energético a nivel del tejido adiposo, consiguiente a esto se bloquea la absorción de glucosa y tipo de receptor dependiente, por lo cual se induce a la lipólisis y el sustento de la síntesis de proteína en el músculo esquelético, posterior a esto el flujo de glucosa y aminoácidos provoca a los miocitos una hipertrofia de sus miofibrillas y por ende el aumento en la tasa de la síntesis de proteína, sobre todo en el tejido muscular estriado, se resuelve con 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 significativamente; además no se altera la proporción entre la masa de fibras blancas y rojas (Rosales, 2004).

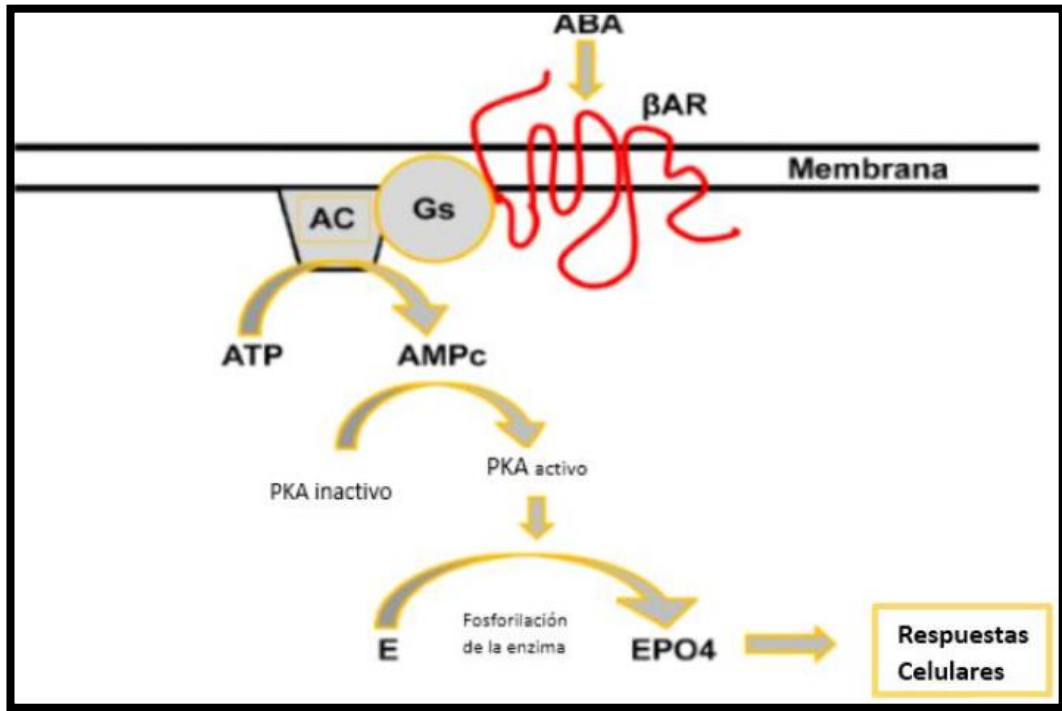


Figura 2. Modo de acción de los agonistas β -adrenérgicos

Nota: 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)

Así los β -adrenérgicos promueven la hidrólisis de los triglicéridos, liberando ácidos grasos, que son precursores de la energía, y que se canalizan para el incremento del crecimiento muscular, siendo este similar al que se induce a los animales adultos por el ejercicio (Cuarón, *et al.* 2002).

En conclusión la característica principal de la ractopamina, es participar como enlace en los receptores beta adrenérgicos para mejorar la síntesis proteica y reducir su degradación favoreciendo el incremento del tamaño del músculo (Chancusig, 2015).

2.10.3 Farmacocinética

La ractopamina al igual que otros fármacos $\text{A}\beta\text{A}$ pueden ser detectados en la sangre rápidamente después de su administración oral y su excreción, sin embargo en tratamientos crónicos ocurre la acumulación del compuesto; en animales domésticos presenta una rápida absorción vía digestiva y presenta una excelente biodisponibilidad (Smith, 2000).

En general, el pH del tracto gastrointestinal influye en la absorción, ya que un pH ácido en el tracto favorece la ionización del compuesto, mientras que un pH neutro disminuye la ionización y favorece la absorción pasiva a través de la mucosa intestinal, es así que las concentraciones plasmáticas más altas se alcanzan entre 1 a 3 horas después de la administración oral (Chancusig, 2015).

Esparza, (2016) manifiesta que farmacológicamente la ractopamina es tan débil, ya que se biotransforma de manera ágil en el hígado y es excretada por el organismo a través de la orina en un 80 - 90 % siendo esta ruta la predominante y a través de las heces en un 10 %, evitando así efectos cardiovasculares adversos.

Más del 50% de los compuestos $\text{A}\beta\text{A}$ se eliminan en las 48 h siguientes a la administración y su biotransformación está determinada 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 (García, 2017).

2.10.4 Beneficios

Sumano, Ocampo y Gutiérrez (2002) afirman que el uso de ractopamina en la alimentación diaria de animales mejora: la profundidad del lomo 08 - 1,2 mm, disminuye la grasa dorsal 0,7 a 1 mm, aumenta el volumen de carne producida, mejora la rentabilidad, la conversión alimenticia y aumenta el peso de la canal del animal en unos 2 – 3 puntos porcentuales, por ende mejora sus características de la canal tanto cuantitativas (rendimiento, área del músculo Longissimusdorsi y grosor de grasa dorsal) como cualitativas (masa muscular, contenido de grasa, deposición de proteína); estos índices son mejoradas con los β -agonistas sin que se afecten negativamente los factores de la calidad de la carne (terneza, jugosidad,

marmoleo, color, sabor firmeza), además disminuye el desecho de compuesto activo en heces (Casa y Jimenez, 2013).

2.10.5 Toxicidad

Se han realizado diversos estudios para determinar la dosis letal (DL 50) y el nivel de no efecto, con distintas concentraciones y se afirma que al suministrar dosis diarias muy elevadas y por periodos de tiempo que van desde los tres meses a los dos años se han reportado datos de intoxicaciones (Esparza, 2016).

2.10.6 Influencia de ractopamina en diferentes investigaciones científicas

García, (2017) evaluó la adición de ractopamina y nivel de proteína sobre la respuesta productiva y características de la carcasa en cuyes con dosis de 0 y 10 ppm de ractopamina y tres niveles de proteína (17, 18 y 19%), para ello se utilizó 96 cuyes machos, al final del estudio no se evidencio efecto por adición de ractopamina ni de niveles de proteína en: 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 ractopamina ni de niveles de proteína en el contenido de proteína de la carcasa, así mismo existe interacción entre ractopamina (10 ppm) y el nivel de proteína (17 %) para los niveles de extracto etéreo. La ractopamina (10 ppm) tuvo efecto sobre el contenido de ceniza disminuyendo en 13.75% su contenido.

León, (2015) determina en su estudio de administración de clorhidrato de ractopamina en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento-engorde con la adición de 1 y 2 ppm de ractopamina, en el cual se utilizó 60 cuyes machos. Al concluir la investigación obtuvo un mejor peso final (1488,34 g) en cobayos con administración de 2 ppm de ractopamina en comparación al testigo (865,50 g) con dosis de 0 ppm de ractopamina.

Torres, (2015) manifiesta en su estudio la evaluación del uso de ractopamina en conejos neozelandeses en fase de finalización, con dosis de 5 y 10 ppm de ractopamina, en donde se utilizó 15 conejos machos. Al terminar el estudio no hubo efecto para el indicador incremento de peso, conversión alimenticia para dosis de 5 y 10 ppm de ractopamina y de igual manera para rendimiento a la canal

donde se obtuvieron porcentajes de 84,46 % para adición de 5 ppm de ractopamina y de 86,20 % para dosis de 10 ppm de ractopamina. En general este estudio concluyó que el uso de ractopamina con las dosis antes mencionadas en conejos neozelandeses en la fase de finalización, no mejoró los parámetros productivos y rendimiento a la canal.

En un estudio realizado por Casa y Jiménez (2013) documentan la evaluación de los parámetros productivos en cerdos en fase de finalización con el uso de ractopamina a 5 ppm, en la cual se utilizó 16 cerdos; al finalizar la investigación determinaron la no diferencia estadística para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia; pero en cuanto al rendimiento a la canal presentó un 4% más para dosis de 5 ppm de ractopamina en comparación al testigo.

Otro estudio en cerdos analizó dos niveles de ractopamina en la fase de crecimiento con dosis de 5 y 10 ppm, en el cual se utilizó 12 cerdos, que al final del estudio obtuvieron resultados significativos para conversión alimenticia de 2,03 para dosis de 5 ppm y de 2,06 para adición de 10 ppm de ractopamina, al final esta investigación pudo concluir que el uso de ractopamina disminuye la cantidad de grasa dorsal (Durán, 2013).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del lugar de estudio

El presente estudio “Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina en la alimentación de *Cavia porcellus* machos de engorde” tuvo lugar en la granja de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, lugar donde se generan actividades agropecuarias experimentales.

3.1.1 Ubicación política

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: La Victoria

Lugar: Granja ECAA - PUCESI

3.1.2 Ubicación geográfica

A través del sistema geodésico mundial, (2018) se tomó los siguientes puntos geográficos:

Tabla 4.

Ubicación Geográfica (Granja Experimental PUCESI)

Características	Detalle
Altitud	2232 m.s.n.m.
Longitud	0°21'09,25"
Latitud	78°06'23,76"

Fuente: Sistema Geodésico Mundial, (2018)

Elaborado por: El autor

3.1.3 Condiciones Climáticas

INAMHI, (2018) reporta los siguientes valores climáticos (Tabla 5):

Tabla 5.

Condiciones Climáticas (Granja Experimental PUCESI)

Características	Detalles
Temperatura promedio:	17 ° C
Temperatura máxima mensual:	21 ° C
Temperatura mínima mensual:	13 ° C
Precipitación anual:	866,4 mm
Humedad relativa:	71 %

Fuente: INAMHI, (2018)

Elaborador por: El autor

3.2 Materiales

Para la realización de este estudio se utilizaron los siguientes insumos y materiales, descritos a continuación:

3.2.1 Materia prima

- Clorhidrato de ractopamina
- Balanceado comercial
- Forraje

3.2.2 Materiales de Campo

- Materiales de elaboración de jaulas
- Comederos
- Bebederos
- Registros
- Amonio cuaternario (desinfectante)
- Balanza digital (desviación de 1 g)

3.2.3 Materiales de laboratorio

- Estufa, marca MEMMERT, modelo INB 500
- Balanza analítica, marca ADAM, modelo PW 254
- Extractor de grasa, marca Velp, modelo SER 148
- Destilador, marca Velp, modelo UDK 127
- Bomba calorimétrica, marca PUEL, modelo 6100
- Extractor de Fibra, marca Velp, modelo FIWE
- Sistema de digestión, marca INKJEL, modelo 450 M

3.2.4 Materiales biológicos

- 45 cuyes Tipo 1 (machos) de 25 días de edad

3.3 Metodología

3.3.1 Diseño experimental

En el presente estudio se aplicó el diseño completamente al azar (DCA), empleando específicamente:

Tratamientos = 3

Repeticiones = 3

Nº de cuyes/Unidad Experimental = 15

Nº de cuyes/repetición = 5

Nº de cuyes totales = 45

3.3.2 Modelo del diseño experimental

La distribución de tratamientos fue realizada en forma aleatoria como lo indica la Figura 3:

Distribución	Tratamientos		
Repetición I	T2	T0	T1
Repetición II	T1	T2	T0
Repetición III	T0	T1	T2

Figura 3. Distribución aleatoria de tratamientos. Fuente: El autor

3.3.3 Tratamientos

Tratamiento 0 (testigo): Alfalfa (400g/animal) más 0 ppm de ractopamina más balanceado balanceado (18 % proteína y 3893,67 kcal/kg de energía bruta).

Tratamiento 1: Alfalfa (400g/animal) más 10 ppm de ractopamina más balanceado balanceado (18 % proteína y 3893,67 kcal/kg de energía bruta).

Tratamiento 2: Alfalfa (400g/animal) más 20 ppm de ractopamina más balanceado balanceado (18 % proteína y 3893,67 kcal/kg de energía de bruta).

Tabla 6.

Esquema del Análisis de Varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (t-1)	2
Error experimental t(r-1)	6
Total (rt-1)	8

Fuente: El autor

3.4 Análisis estadístico

Una vez registrados los datos en campo, se realizaron los cálculos estadísticos para comprobar la eficiencia de los tratamientos, mediante un análisis de varianza (ANOVA), con la utilización de InfoStat (versión 2018e), además se realiza una prueba de significancia de Tukey al 5%, para los tratamientos que en el análisis de varianza presentaron significancia.

3.5 Variables a evaluar

Se analizó con la recopilación de datos que se obtienen en el desarrollo de la investigación.

3.5.1 Consumo de alimento

Esta variable se realizó mediante el registro de consumo de alimento diario suministrado y de los residuos por la mañana de cada tratamiento establecido mediante la siguiente fórmula.

$$C.A = A.E - A.R$$

Dónde:

C.A = Consumo de alimento

A.E. = Alimento entregado

A.R= Alimento rechazado

3.5.2 Incremento de peso

La variable evalúa el peso que cada cobayo alcanzado durante la etapa de engorde mediante una balanza. Fórmula:

$$IP = PA - PI$$

Dónde:

IP = Incremento de peso vivo durante el estudio (g/cuy)

PA = Peso actual

PI = Peso inicial

3.5.3 Conversión alimenticia

Para evaluar esta variable se empleó la siguiente fórmula a partir del alimento consumido y del incremento de peso semanalmente.

$$C.A = \frac{A.C}{I.P}$$

Dónde:

C.A. = Conversión alimenticia.

A.C. = Alimento Consumido

I.P. = Incremento de peso

3.5.4 Rendimiento a la canal

Para esta variable se pesó un cuy al azar por cada unidad experimental, posteriormente se los faenó para pesarlos a la canal, esta incluye: piel sin pelo, cabeza, músculo, patas, grasa y riñones.

$$R.C = \frac{P.C}{P.V}$$

Dónde:

R.C. = Rendimiento a la canal

P.C. = Peso canal en caliente

P.V. = Peso animal vivo

3.5.5 Análisis económico

La relación beneficio-costo de los tratamientos en estudio fueron determinados con la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales (\$)}}{\text{Egresos totales (\$)}}$$

Dentro de esta fórmula se tomó en cuenta:

Egresos: Precio del cuy al inicio, alimentación, tratamiento aplicado, sanidad.

Ingresos: Precio de venta de los cuyes en pie por kilogramo de peso.

3.6 Manejo del ensayo

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron 45 cobayos machos, los cuales fueron divididos en tres tratamientos; a dos de ellos se suministró 10 y 20 ppm de ractopamina, respectivamente.

3.6.1 Construcción de las pozas

Se realizó la construcción total de las pozas las cuales alojarán a 5 cuyes por poza, posteriormente a esto se procedió a la desinfección individual de cada poza y del galpón con la utilización de amonio cuaternario en una disolución de 0,5 ml/lt.

Los comederos para el concentrado y los bebederos fueron previamente codificados con el tratamiento y repetición correspondiente.

3.6.2 Elaboración de registros

Se realizan registros como muestran los Anexos (1, 2, 3) de acuerdo a las variables en estudio para la recopilación de datos.

3.6.3 Pesaje

Posteriormente al ingreso de los cobayos se procedió al pesaje individual de cada unidad experimental con la ayuda de una balanza digital para la obtención del peso inicial de entrada, además se reportó el peso semanal los días lunes a las 8h00 durante la etapa de engorde, antes de suministrar el alimento.

3.6.4 Formación de unidades experimentales

Una vez listas las pozas para cada repetición de los distintos tratamientos, los 45 cobayos machos de 25 días de nacidos (destetados), fueron ubicados al azar en grupos de 5 cuyes por poza para evitar el hacinamiento, en total nueve pozas para el estudio experimental, luego se procedió a la identificación de cada poza.

3.6.5 Alimentación

3.6.5.1 Suministro de forraje

El forraje (alfalfa) suministrado a los cuyes se cortó y oreó previo a su alimentación para evitar timpanismos o trastornos digestivos a los animales.

El suministro de forraje diario para cada repetición de los diferentes tratamientos se lo administró previamente pesado, además se lo realizó en dos ocasiones, una por la mañana (7h00) y la otra por la tarde (16h00).

Cabe resaltar que la administración de forraje en los animales durante la etapa de estudio fue de 400 g/animal, posteriormente se recolectó diariamente el alimento desperdiciado por las mañanas a las (7h00) para su respectivo pesaje (León, 2015).

Según Calderón, (2013) el costo de producción de alfalfa por tonelada métrica es de 168,48 dólares, por tal razón el costo de alfalfa por kilogramo es de 0,17 centavos de dólar.

3.6.5.2 Suministro de balanceado

Balanceado es aquel alimento que resulta de la mezcla de varias materias primas, tanto de origen animal como vegetal, proporcionándole al animal elementos útiles para el desarrollo y mejoramiento de sus tejidos (Cabrera, 2000).

Se administró un balanceado comercial cuya composición química fue: humedad 13%, proteína cruda 18%, grasa cruda 4 %, fibra cruda 12% y cenizas 10% en dos porciones diarias es decir; una primera ración en la mañana (7h00) y una segunda ración en la tarde (16h00). Este balanceado no presentó una formulación específica por etapa de producción en cuyes, además previo a su alimentación se realizó un molido total del balanceado.

Se suministró una ración de 40 g/animal durante la etapa de engorde (Chauca, 2007).

El costo de producción del saco de balanceado comercial utilizado en el presente estudio de 45 kg es de 26 dólares por tal motivo el costo por kilogramo es de 0,57 centavos de dólar (Sandoval, 2018).

- **Tratamiento 0 (testigo):** alfalfa verde + alimento balanceado.
- **Tratamiento 1,** alfalfa verde + alimento balanceado hasta los 50 días y a partir de los 51 días se implementó 10 ppm de ractopamina en el balanceado. Según García, (2017) se aplica la dosis referencial en cuyes de 10 ppm/kg de alimento para aumentar la tasa de ganancia de peso y mejorar la eficiencia alimenticia.
- **Tratamiento 2,** alfalfa verde + alimento balanceado hasta los 50 días y a partir de los 51 días se implementó 20 ppm de ractopamina en el balanceado. Según León, (2015) se aplica la dosis referencial en cuyes de 20 ppm/kg de alimento para mejoras en el porcentaje a la canal e incremento de la carne magra.

3.7 Manejo sanitario

La limpieza del galpón se lo realizó diariamente en cuanto a heces y desperdicios de alimentos, además se hizo la desinfección de jaulas y del galpón utilizando amonio cuaternario (solución 0,5ml /lt de agua) con una bomba de mochila por medio de aspersión semanalmente para evitar cargas microbianas (Vicente, 2014).

3.8 Análisis químico proximal de carcasas

En esta fase de investigación se ejecutó un análisis químico proximal de la carne de cuy de los diferentes tratamientos en estudio, para ello se realizó un muestreo homogéneo y representativo de varios músculos del animal (pool), dado que no todos los músculos son iguales; para su análisis se utilizó los siguientes protocolos:

3.8.1 Determinación de humedad

Este método se basa en determinar la cantidad de agua presente en la muestra, para ello se realizó el siguiente procedimiento:

1. Todo el proceso debe realizarse por duplicado
2. Pesarse exactamente un platillo seco con su tapa. Anotar el número de identificación del platillo.
3. Ponga 2 gramos de muestra en el platillo y péselo exactamente.

4. Colocar la bandeja con la muestra húmeda en la estufa con temperatura de 105 °C por un período de 16 horas.
5. Luego del período indicado con anterioridad, retirar la bandeja con la muestra parcialmente seca de la estufa y colóquela en el desecador durante 20 minutos.
6. Pese la bandeja con la muestra parcialmente seca y registre este valor para sus cálculos respectivos (Suzanne, 2007).

3.8.2 Determinación de cenizas

Es el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la oxidación para ello se siguió el siguiente protocolo.

1. Todo el proceso debe realizarse por duplicado
2. Coloque un crisol de porcelana en un incinerador a 550 °C por espacio de dos horas
3. Retire el incinerador y déjelo enfriar aproximadamente 60 minutos en un desecador y determine con exactitud su peso hasta 0,0001 g
4. Coloque el crisol en una balanza analítica y agregue aproximadamente 2 g de muestra con exactitud de 0,0001 g.
5. Coloque el crisol con la muestra en la mufla, cierre la puerta y encienda la mufla.
6. Cuando la temperatura alcance los 550 °C deje las muestras por espacio de dos horas
7. Apague la mufla y deje que la temperatura descienda por debajo de los 200 °C
8. Con mucho cuidado abra la puerta de la mufla para no crear corrientes de aire y remueva los crisoles hacia un desecador, utilizando pinzas para crisoles. Esto puede durar cerca de una hora.
9. Pese los crisoles más cenizas con exactitud hasta 0,0001 g y realice los cálculos para su resultado final (Faithfull, 2004).

3.8.3 Determinación de proteína

Este análisis se realizó mediante el método de Kjeldhal donde se sigue el siguiente protocolo:

1. Lavar los tubos de ensayos a utilizar y secarlos
2. Pesar 2 g de muestra, anotar su peso y colocar en cada tubo
3. Colocar los tubos en el digestor
4. Encender la máquina y calentar a 80 °C

5. Agregar en cada muestra: 1 pastilla catalizadora, 15 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 3,3 ml de peróxido de hidrógeno al 35 % muy despacio y por el borde. (Todo este proceso se lleva a cabo dentro de la Sorbona).
6. Colocar la tapa en los tubos
7. Encender la Sorbona y bajar la tapa de esta par que se extraigan los gases
8. Digestar hasta que la muestra cambie de color negro a color amarillo pálido
9. Retirar los tubos del digestor
10. Dejar enfriar dentro de la Sorbona
11. Neutralizar la muestra agregando 50 ml de agua destilada más 50 ml de NaOH al 35 %, agregar lentamente para evitar quemaduras
12. Encender el destilador, conectar la maquina y abrir la llave de agua
13. Lavar la maquina colocando un tubo con agua destilada y presionar start
14. Retirar el tubo con cuidado ya que la muestra sale caliente
15. En un matraz Erlenmeyer de 250 ml colocar 50 ml de ácido bórico y 4 gotas de rojo tashiro
16. Colocar en el destilador el matraz y el tubo de ensayo con la muestra ya neutralizada
17. Comprobar si la solución del matraz cambio de color a verde
18. Con la solución que queda en el matraz de color verde adicionamos ácido clorhídrico HCl al 0,2 normal hasta que cambie a color rosado pálido
19. Por último anotamos la cantidad de HCl que usamos para sus respectivos cálculos (Suzanne, 2007).

3.8.4 Determinación de extracto etéreo

A continuación se indican los pasos que se siguieron para la determinación del extracto etéreo por el método directo en la muestra:

1. Encienda la unidad desde el switch general del panel de control
2. Abra la llave de agua de refrigeración
3. Seleccione la temperatura del plato calentador en relación al solvente a utilizar, en este caso éter de petróleo. Verifique la compatibilidad de los sellos o empaques a utilizar.
4. Pese la muestra, de 3 a 10 g en relación con el contenido presupuesto de materia extraíble

5. Introduzca las muestras en los dedales si no es necesaria una hidrólisis preliminar. Conecte los dedales con los adaptadores utilizando guantes para evitar contaminación (grasa). Introduzcan los dedales con los adaptadores en la unidad con las palancas en posición “inmersión”. Luego coloque las palancas en posición “washing”. Si se va a realizar una hidrólisis preliminar, introduzca en la unidad el crisol con la muestra hidrolizada seca.
6. Coloque los vasos de extracción, pesados previamente con las esferas de ebullición y llenos de solvente (50 a 70 mm), en su posición en el plato calentador
7. Hale hacia abajo la palanca de nivel para que ajuste firmemente los vasos de extracción
8. Coloque el grifo de vidrio localizado en los condensadores en posición vertical (abierto)
9. Empiece el calentamiento
10. Ponga suavemente las palancas frontales en posición “inmersión” cuando el solvente empiece la ebullición
11. Después de 15 a 60 minutos extraiga el dedal del solvente, luego mueva las palancas a la posición “washing”
12. Después de 30 a 60 minutos del lavado, ponga los grifos de vidrio en posición horizontal (cerrado) y espere la recuperación del solvente en la parte inferior del condensador
13. Hale hacia arriba la palanca de nivel para liberar los vasos de extracción. Retire los dedales de extracción o los crisoles. Recupere el solvente en un recipiente vacío abriendo los grifos de cristal
14. Seque los vasos de extracción en una estufa durante 30 minutos a una temperatura lo suficientemente alta para evaporar completamente los residuos de solvente
15. Enfríe el vaso de extracción en un desecador y péselo para su respectivo cálculo (Suzanne, 2007).

3.8.5 Determinación de energía

Para determinar la cantidad de energía bruta contenida en una muestra se procedió al siguiente protocolo:

1. Moler las muestras y secarlas en la estufa a 105 °C hasta peso constante

2. Pesar en una balanza analítica 0,5 g de muestra
3. Después armar una pastilla con la ayuda de la maquina a través de compresión
4. Abrir el calorímetro y poner 2 litros de agua destilada en el balde (recipiente aislado)
5. Colocar el balde dentro de la camisa del calorímetro en la posición de ajuste correspondiente
6. Abrir la bomba calorimétrica y colocar 10 ml de agua destilada
7. Tomar un hilo de celulosa y amarrar al fusible de la bomba calorimétrica
8. Luego tomar el hilo de celulosa y colocarlo sobre la cápsula donde va posteriormente la pastilla de muestra
9. Cerrar la bomba calorimétrica con su válvula y llenar con oxígeno conectando la sonda del tanque a la válvula de oxígeno de la bomba calorimétrica por dos ocasiones durante 60 segundos una vez llena tendrá un sonido
10. Desconectar la sonda de la válvula de oxígeno
11. Abrir el calorímetro y colocar la bomba en el balde. Conectar el electrodo a su receptáculo en la bomba y verificar que se ajuste
12. Cerrar el calorímetro y colocar el peso de la pastilla de muestra. Presione efectuado para comenzar la combustión
13. Abrir el calorímetro y retirar la bomba calorimétrica. Usar la tapa de la válvula de oxígeno para abrirla y eliminar los gases generados dentro de la bomba durante la combustión
14. Desarmar la bomba calorimétrica, verificar que la combustión sea completa, limpiarla con agua y secarla de modo que quede pronta para la próxima muestra
15. Registrar los datos obtenidos del calorímetro (Suzanne, 2007).

CAPÍTULO IV

Resultados y discusión

4.1 Consumo de alimento de la etapa de engorde

La Tabla 7 muestra los valores en cuanto al consumo promedio de alimento ingerido por animal correspondiente a la etapa de engorde.

Tabla 7.

Consumo de alimento por animal en etapa de engorde

Tratamientos	Consumo promedio de alimento (gr)
Tratamiento 0 (testigo)	2021,93
Tratamiento 1	1973,28
Tratamiento 2	2025,35

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F con la ayuda del programa Infostat, siendo el valor para la prueba de normalidad $p = 0,60$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,20$ siendo estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

El análisis de varianza para el indicador consumo de alimento en la etapa de engorde indica que no existe una diferencia estadística significativa para tratamientos con dosis de ractopamina (Tabla 8).

Se obtuvo un coeficiente de variación de 1,28%; es decir presenta homogeneidad buena en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 8.

Análisis de varianza para consumo de alimento en la etapa de engorde

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	5089,74	2	2544,87	3,84	0,0845	Ns
Tratamientos	5089,74	2	2544,87	3,84	0,0845	Ns
Error	3980,77	6	663,46			
Total	9070,51	8				
C.V	1,28 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación, Ns= No existen diferencias significativas ($p>0.05$)

La Figura 4 muestra los promedios para consumo de alimento en la etapa de engorde, señalando los diferentes tratamientos en un mismo rango, donde el T2 (20 ppm ractopamina) con 2025,35 g presenta un mayor consumo de alimento por animal en comparación a los demás tratamientos, seguido del T0 (0 ppm ractopamina) con 2021,93 g siendo este valor intermedio entre tratamientos y por último el T1 (10 ppm ractopamina) con 1973,28 g el de menor consumo en el transcurso de la fase experimental que corresponde a la etapa de engorde.

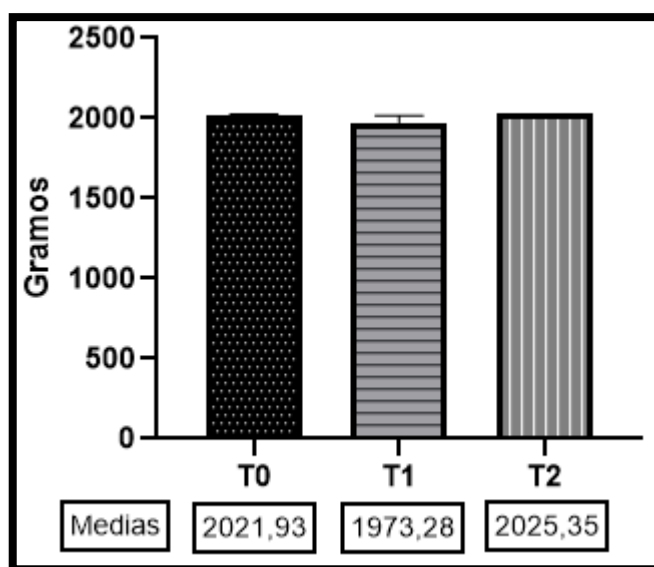


Figura 4. Consumo de alimento/animal etapa de engorde. Fuente: El autor

La Tabla 8 indica que no existe una diferencia estadística significativa para consumo de alimento, determinando la no interacción ractopamina-consumo de alimento, sin embargo existe una diferencia numérica entre tratamientos como lo muestra la Figura

4, presentando el T1 un 2,40 % menos de alimento consumido en comparación al testigo y el T2 un 0,16% más de alimento consumido en relación al testigo.

Estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por Inga, (2008) y Garibay, (2009) quienes presentan un consumo de alimento por animal de 2200 g a 3998 g resultados que coinciden con la presente investigación (Tabla 7), sin embargo estos valores pueden variar de acuerdo al tiempo destinado a la investigación.

4.2 Incremento de peso etapa de engorde

La Tabla 9 indica el incremento de peso en la etapa de engorde de los cuyes, para ello se utilizó los datos obtenidos al pesar los cobayos a los 51 días de edad, iniciando la investigación con la administración de ractopamina en diferentes dosis para los tratamientos en estudio.

Tabla 9.

Incremento de peso etapa de engorde

Tratamientos	Incremento peso (gr)
Tratamiento 0 (testigo)	303,4
Tratamiento 1	237,8
Tratamiento 2	226,33

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F , siendo el valor para la prueba de normalidad $p = 0,17$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,25$ presentandose estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 10 identifica el análisis de varianza para el incremento de peso etapa de engorde el cual fue tomado durante el transcurso de la investigación, en el cual presentó una diferencia estadística altamente significativa siendo p-value menor a 0,05.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 9,03 %; es decir presenta una homogeneidad buena en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 10.

Análisis de varianza para incremento de peso etapa de engorde

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo	10374,12	2	5187,06	9,71	0,0132	**
Tratamientos	10374,12	2	5187,06	9,71	0,0132	**
Error	3205,31	6	534,22			
Total	13579,42	8				
C.V	9,03 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

*p < 0.05; **p < 0.01, Ns= No existen diferencias significativas (p>0.05)

La prueba de Tukey al 5 % para incremento de peso en la etapa de engorde afirma que el mejor tratamiento en estudio fue el T0 (0 ppm ractopamina) con 303,4 g, seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 237,8 g y por último el T2 (20 ppm ractopamina) con 226,33 g; como se detalla en la Figura 5.

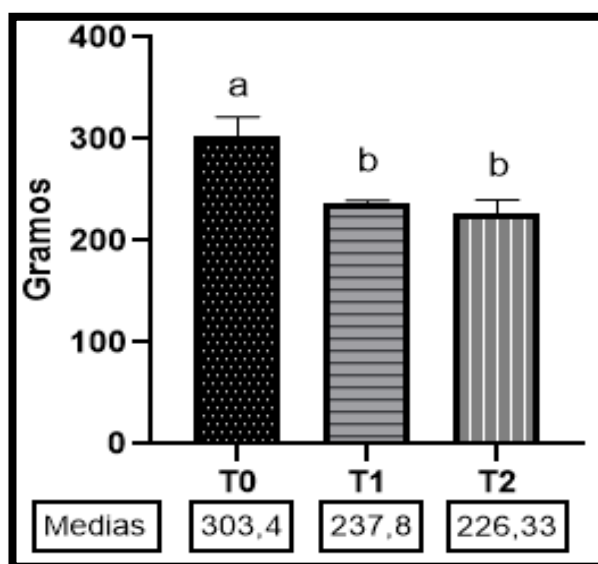


Figura 5. Prueba Tukey al 5 % para incremento de peso etapa de engorde

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, p>0.05)

García, (2017) manifiesta en su estudio de ractopamina y nivel de proteína de la dieta, respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes un incremento de peso de 215,1 g y 234,5 g para dosis de ractopamina de 0 y 10 ppm respectivamente, datos similares a los obtenidos por Chauca, (2007) donde señala un incremento de peso en 28 días de 221,8 g, por otro lado Yupa y Vargas, (2011) registraron un incremento de peso en etapa de engorde de 142 g y 363 g en su estudio de determinación de ganancia de peso en cuyes con dos tipos de alimentación.

El incremento total de peso obtenido de los diferentes tratamiento en estudio como muestra la Tabla 9 son similares a los valores obtenidos por García, (2017) y de igual magnitud a los resultados de Chauca, (2007), como también a los valores reportados por Yupa y Vargas, (2011) por tal razón las diferencias determinadas por los diferentes autores ratifican lo señalado por Ricaurte, (2005) quien manifiesta que los resultados pueden variar de acuerdo a la facilidad de desdoblamiento de los nutrientes y las características genéticas de los animales.

4.3 Peso corporal final

En la Tabla 11 se detallan los pesos promedios que obtuvieron los tratamientos en el transcurso de la investigación correspondiente a la etapa de engorde.

Tabla 11.

Peso corporal final

Tratamientos	Peso Final (gr)
Tratamiento 0 (testigo)	1071,93
Tratamiento 1	989,47
Tratamiento 2	986,93

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, siendo el valor para la prueba de normalidad $p = 0,71$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,46$ mostrándose estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

El análisis de varianza para peso corporal final demostró que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos ya que p-value es menor a 0,01 como muestra la Tabla 12.

Tabla 12.

Análisis de varianza para peso corporal final

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	14032,17	2	7016,08	11,92	0,0081	**
Tratamientos	14032,17	2	7016,08	11,92	0,0081	**
Error	3531,28	6	588,55			
Total	17563,45	8				
C.V	2,39 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

*p<0.05; **p<0.01; Ns= No existe diferencia significativa (p>0.05)

En la Figura 7 se muestra la prueba de Tukey al 5 % para peso corporal final que presentaron los tratamientos en estudio, determinando dos grupos de significancia. En el primer grupo se encuentra el T0 (0 ppm ractopamina) que obtuvo los valores más altos, siendo el más eficiente representada con la letra a, mientras que en el segundo grupo se encuentran los tratamientos T1 (10 ppm ractopamina), T2 (20 ppm ractopamina) de pesos similares representados con la letra b.

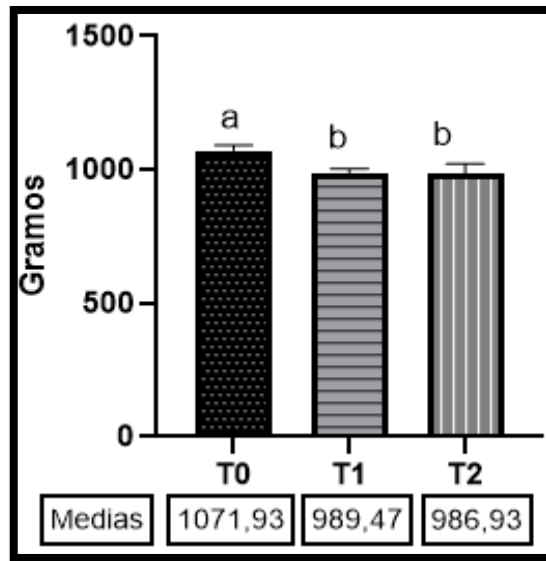


Figura 6. Prueba Tukey al 5% para peso corporal final

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

Al analizar los pesos de los tratamientos durante la etapa de crecimiento y engorde, se evidenció que el tratamiento T0 obtuvo un mejor resultado (Figura 6).

Estos resultados corroboran con lo expuesto por Mullo, (2009) quien al utilizar un promotor de crecimiento (Sel-plex) en la alimentación de cuyes con dosis de 0,2 y 0,3 ppm reportó un peso final de 900 y 800 g respectivamente, de igual manera García, (2017) al administrar 10 ppm de ractopamina en la dieta alimenticia obtuvo un peso final de 927,9 g y 919,6 g para efecto de nivel de proteína cruda (19 %), siendo estos datos inferiores a los obtenidos en la presente investigación con respecto al T1 y T2 como se puede observar en la Tabla 11.

Por otro lado Tuquinga, (2011) reporta un peso final de 967,50 g en su tratamiento control en la administración de quinua en su alimentación diaria, siendo 9,74 % inferior al testigo en la presente investigación.

4.4 Conversión alimenticia etapa de engorde

La Tabla 13 detalla los valores obtenidos de conversión alimenticia etapa de engorde por animal, el cual se toma en cuenta que mientras el valor sea bajo la conversión alimenticia es más eficiente, por ende se expresa la cantidad de alimento que ingiere el animal para poder ganar un gramo de carne.

Tabla 13.*Conversión alimenticia etapa engorde*

Tratamientos	Conversión alimenticia
Tratamiento 0 (testigo)	6,72
Tratamiento 1	8,3
Tratamiento 2	9,02

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, siendo el valor para la prueba de normalidad $p = 0,48$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,23$ presentándose estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 14 presenta el análisis de varianza para la conversión alimenticia para la etapa de engorde donde la probabilidad es menor a 0,05; es decir el estudio presenta una diferencia estadística significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 9,00 %; es decir presenta una homogeneidad buena en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 14.*Análisis de varianza para conversión alimenticia etapa de engorde*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	8,33	2	4,17	8,02	0,0202	*
Tratamientos	8,33	2	4,17	8,02	0,0202	*
Error	3,12	6	0,52			
Total	11,45	8				
C.V	9,00 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$)

La Figura 7 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de conversión alimenticia donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 6,72 es el más eficiente seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 8,30 de conversión alimenticia y por último el tratamiento menos eficiente en la etapa de engorde fue el T2 (20 ppm ractopamina)

con 9,02; por ende necesita esta cantidad de alimento para incrementar 1 g en su peso corporal.

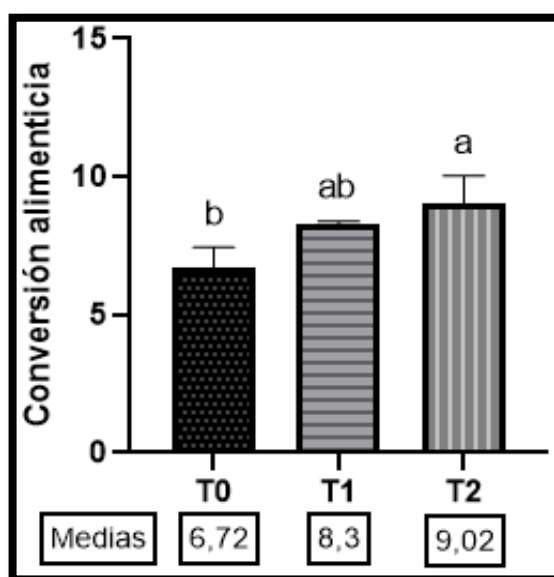


Figura 7. Prueba Tukey al 5% para conversión alimenticia etapa de engorde

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

La Tabla 14 muestra la variable de conversión alimenticia etapa de engorde, donde existe una diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) para los tratamientos evaluados, por tal razón existen diferencias entre los tratamientos siendo el T0 (0 ppm ractopamina) con 6,72 de conversión alimenticia el más eficiente seguido del T1 y T2 con 23,51 % y 34,22 % menos eficiente en comparación al testigo.

León, (2015) afirma una conversión alimenticia de 8,24 para dosis de 2 ppm de ractopamina y de 10,33 de conversión alimenticia para dosis de 1 ppm de ractopamina, por otro lado Chango, (2001) y Garcés, (2003) determinaron conversiones alimenticias de 7,41 a 8,39 en etapa de engorde, mientras que Chauca, (2006) manifiesta una conversión alimenticia de 5,23 a 9,48 en la alimentación de cuyes con forraje más concentrado y concentrado más vitamina C respectivamente, por tal motivo los valores obtenidos en la presente investigación (Tabla 13) se encuentran dentro de los rangos establecidos por los autores antes mencionados.

4.5 Rendimiento a la canal

En cuanto al indicador de rendimiento a la canal se tomaron previamente 5 cobayos por tratamiento a los cuales se los pesó antes de su sacrificio como muestra el Anexo

5, posteriormente se registró los pesos promedios de los animales faenados sin vísceras para su respectivo cálculo de rendimiento a la canal por tratamiento como muestra la Tabla 15, através de la fórmula ilustrada en la metodología de este estudio.

Tabla 15.

Rendimiento a la canal

Tratamientos	Rendimiento al canal (%)
Tratamiento 0 (testigo)	69,72
Tratamiento 1	68,37
Tratamiento 2	65,59

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, siendo el valor para la prueba de normalidad $p = 0,92$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,19$ mostrándose estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

El análisis de varianza para el rendimiento a la canal se ilustra en la Tabla 16, donde expresa p-value menor a 0,05; obteniendo en este estudio un valor p-value de 0,02 es decir posee una diferencia estadística significativa para tratamientos.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 2 %; es decir presenta una homogeneidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 16.

Análisis de varianza para porcentajes de rendimiento a la canal

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	26,64	2	13,32	7,20	0,0254	*
Tratamientos	26,64	2	13,32	7,20	0,0254	*
Error	11,10	6	1,85			
Total	37,74	8				
C.V	2 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$)

La Figura 8 muestra la prueba de tukey al 5 % para tratamientos donde cada grupo posee rangos diferentes, encontrando al tratamiento más eficiente al T0 (0 ppm ractopamina) con un valor de 69,72 % de rendimiento a la canal, seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 68,37 % de rendimiento a la canal, y por último el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) con un valor de 65,59 % de rendimiento a la canal siendo este el tratamiento menos eficiente al finalizar la investigación.

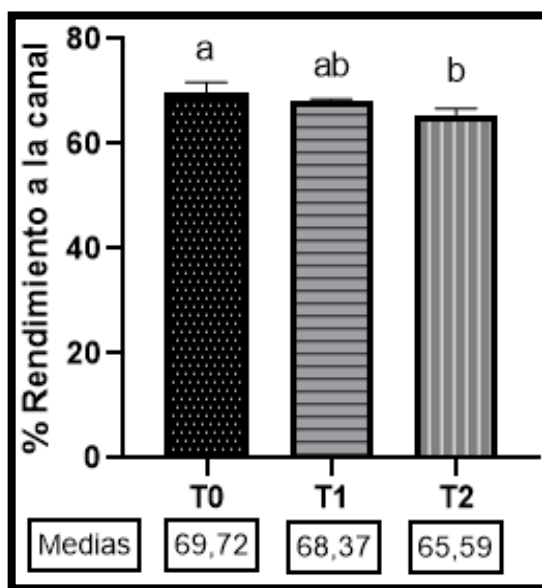


Figura 8. Prueba Tukey al 5 % para porcentaje de rendimiento a la canal

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

En cuanto a la variable de rendimiento a la canal en la presente investigación se obtuvieron resultados entre 65,59 % para dosis de 20 ppm ractopamina y 69,72 % para dosis de 0 ppm de ractopamina, valores que se encuentran dentro del rango determinado por Hidalgo y Carrillo (2008) quienes reportaron un rendimiento a la canal de 58,26 a 67,62 % para el testigo y T1: 14 % proteína en su estudio de cuatro niveles de proteína vegetal en la alimentación de cuyes.

Por otro lado León, (2015) afirma en su investigación de adición de ractopamina en la alimentación de cuyes un valor promedio de rendimiento a la canal del 67 % encontrándose dentro de los resultados obtenidos en el T0 y T1 de la presente investigación, mientras que García, (2017) reportó que el rendimiento de la carcasa en cuyes alimentados con 0 y 10 ppm de ractopamina no varió, existiendo una concordancia con los valores presentados en este estudio.

4.6 Análisis químico proximal de la carne

En el Anexo 6 se detallan los valores obtenidos de la composición química de la carcasa de cuy de los diferentes tratamientos en estudio.

4.6.1 Análisis de Humedad

La Tabla 17 describe los valores obtenidos para porcentaje de humedad contenido en la carcasa del cuy.

Tabla 17.

Porcentaje de humedad en la carcasa de cuy

Tratamientos	Humedad (%)
Tratamiento 0 (testigo)	73,14
Tratamiento 1	70,97
Tratamiento 2	70,33

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, donde el valor para la prueba de normalidad $p = 0,80$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,26$ siendo estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 18 presenta el análisis de varianza para humedad contenida en la carcasa de cuy, presentando una probabilidad menor a 0,05; es decir el estudio presenta una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 0,30 %; es decir presenta una homogeneidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 18.

Análisis de varianza para humedad contenida en la carcasa del cuy

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	13,01	2	6,51	146,34	<0,0001	**
Tratamientos	13,01	2	6,51	146,34	<0,0001	**
Error	0,27	6	0,04			
Total	13,28	8				
C.V	0,30 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

*p<0.05; ** p < 0.01, Ns= No existen diferencias significativas (p>0.05)

La Figura 9 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de humedad contenida en la carcasa de cuy, donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 73,14 % de humedad es el más elevado seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 70,97 % de humedad y por último el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) con 70,33 % de humedad es el más eficiente en comparación al testigo.

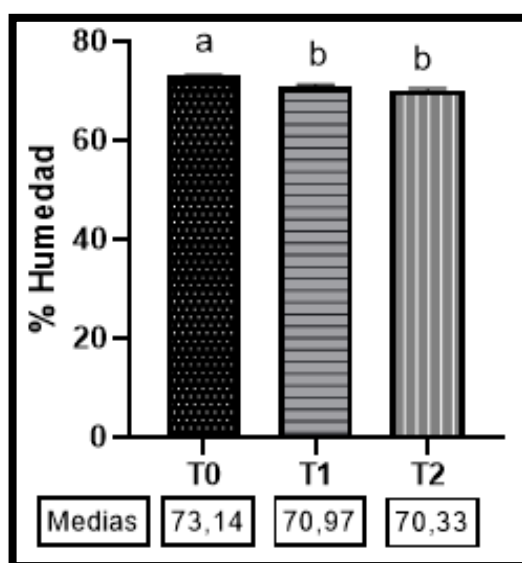


Figura 9. Prueba Tukey al 5% para humedad contenida en la carcasa de cuy

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, p>0.05)

Al realizar el análisis químico proximal de humedad de la carne de cuy de los diferentes tratamientos en estudio, se manifiesta que el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) obtuvo un menor porcentaje de humedad en su carcasa de 70,33 %, seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 70,97 % de humedad en la carcasa, mientras

que el tratamiento de mayor humedad en la carcasa fue el T0 (0 ppm ractopamina) con un valor de 73,14 %, estos resultados concuerdan con los reportados por García, (2017) quien obtuvo valores de humedad a la carcasa de 72,2 % para dosis de 10 ppm de ractopamina y de 72,1 % para dosis de 0 ppm de ractopamina en la alimentación de cuyes, por otro lado Vignale, (2010) afirma resultados en su estudio de evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes porcentajes de humedad en la carcasa de 70,01 % para dosis de 20 % de proteína y de 2900 kcal/kg EM y 72,29 % de humedad para dosis de 20 % de proteína y 3000 kcal/kg EM.

En esta investigación se observa diferencias significativas para tratamientos con dosis de ractopamina donde el T1 y T2 presentan un 2,97 y 3,84 % menos humedad en comparación al testigo.

Cuando la carne contiene mayor porcentaje de humedad los microorganismos pueden desarrollarse fácilmente, pero si la carne posee menor porcentaje de humedad se reducirá el crecimiento microbiano (Madrid, 2013).

Paine, F. y Paine, H. (2016) mencionan que al obtener un menor porcentaje de humedad contenida en la carne reduce el peso corporal y por ende su volumen.

4.6.2 Análisis de cenizas

La Tabla 19 describe los valores obtenidos para porcentaje de cenizas contenida en la carcasa del cuy.

Tabla 19.

Porcentaje de cenizas en la carcasa de cuy

Tratamientos	Cenizas (%)
Tratamiento 0 (testigo)	1,32
Tratamiento 1	1,11
Tratamiento 2	1,09

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, donde el valor para la prueba de normalidad $p = 0,28$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,57$ siendo estos valores superiores a

$p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 20 presenta el análisis de varianza para ceniza contenida en la carcasa, obteniendo una probabilidad menor a 0,05; es decir el estudio presenta una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 5,30 %; lo cual afirma una homogeneidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 20.

Análisis de varianza para ceniza contenida en la carcasa del cuy

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	0,10	2	0,05	12,59	0,0071	**
Tratamientos	0,10	2	0,05	12,59	0,0071	**
Error	0,02	6	3,9E-03			
Total	0,12	8				
C.V	5,30 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$, Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0.05$)

La Figura 10 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de ceniza contenida en la carcasa de cuy, donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 1,32 % de ceniza es el más elevado seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 1,11 % de ceniza y por último el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) con 1,09 % de ceniza es el menos eficiente en comparación al testigo.

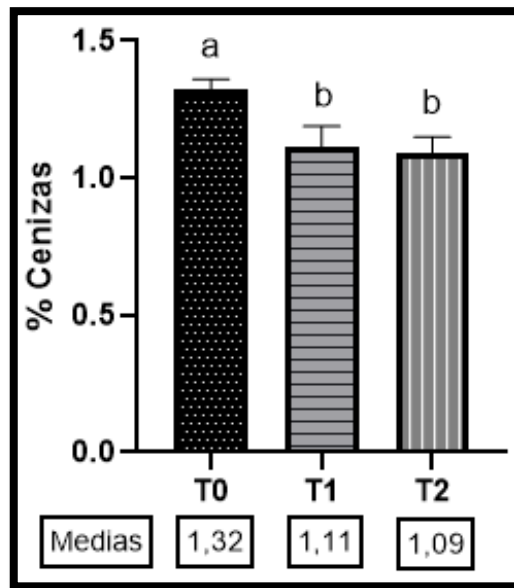


Figura 10. Prueba Tukey al 5% para ceniza contenida en la carcasa de cuy

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

Los valores obtenidos en la presente investigación en cuanto al análisis de ceniza en la carcasa de los cobayos machos de los diferentes tratamientos presentan una diferencia significativa ($P < 0,05$), tomando como resultado el de mayor cantidad de ceniza al T0 (0 ppm ractopamina) con 1,32 % y el T2 (20 ppm ractopamina) con 1,09% siendo el de menor cantidad de ceniza, por ende los valores obtenidos en esta investigación son mayores a los reportados por Ramos, (2015) quien obtuvo en su estudio del análisis químico proximal de la carne de cuy un resultado del 0,86 % este valor concuerda al obtenido por García, (2017) en su investigación del uso de ractopamina en la alimentación de cuyes, donde obtuvo valores de ceniza en la carcasa del 0,831 % y 0,573 %, sin embargo existe un efecto de ractopamina para este análisis de carcasa, siendo de menor cantidad en carcasas con inclusión de 20 ppm de ractopamina, además las carcasas de los cobayos alimentados con ractopamina con adición de 10 ppm y 20 ppm tuvieron 15,90 % y 17,42 % respectivamente menos ceniza en la carcasa en comparación a las carcasas de cobayos que no tenían adición de ractopamina en su dieta.

4.6.3 Análisis de proteína

La Tabla 21 describe los valores obtenidos para porcentaje de proteína contenida en la carcasa del cuy.

Tabla 21.*Porcentaje de proteína en la carcasa de cuy*

Tratamientos	Proteína (%)
Tratamiento 0 (testigo)	18,53
Tratamiento 1	18,62
Tratamiento 2	18,92

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, donde el valor para la prueba de normalidad es $p = 0,83$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,44$ siendo estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 22 presenta el análisis de varianza para proteína contenida en la carcasa, obteniendo una probabilidad menor a 0,05; es decir el estudio presenta una diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 0,31 %; lo cual afirma una homogeneidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 22.*Análisis de varianza para proteína contenida en la carcasa del cuy*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	0,25	2	0,13	38,30	0,0004	**
Tratamientos	0,25	2	0,13	38,30	0,0004	**
Error	0,02	6	3,3E-03			
Total	0,27	8				
C.V	0,31 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$, Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0,05$)

La Figura 11 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de proteína contenida en la carcasa de cuy, donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 18,53 % de proteína fue el menos eficiente seguido del T1 (10 ppm ractopamina) con 10,62

% de proteína y por último el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) con 18,92 % de proteína es el más eficiente en comparación al testigo, existiendo efecto de ractopamina sobre la proteína en la carcasa de cuy.

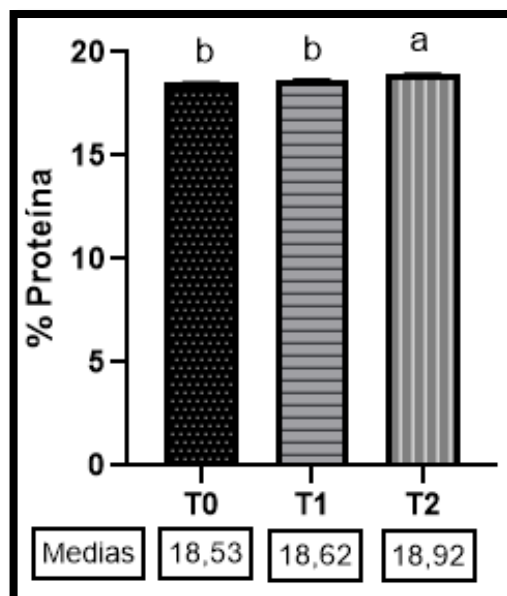


Figura 11. Prueba Tukey al 5% para proteína contenida en la carcasa de cuy

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

Se observó una diferencia significativa para los valores de proteína contenida en la carcasa de los diferentes cobayos en estudio, donde muestra que el tratamiento T2 (20 ppm ractopamina) con 18,92 % obtuvo el mayor porcentaje de proteína en la carcasa y el T0 (0 ppm ractopamina) con 18,53 % obtuvo un menor porcentaje de proteína en la carcasa estos datos corroboran con lo expuesto por Fernández, (2010) donde reporta en su estudio un porcentaje de proteína en la carne del 17,1 % valor similar al obtenido por García, (2017) quien reportó un rango de 16,3 % a 19,70 % de proteína contenida en la carne de cuy al utilizar 10 ppm de ractopamina en la alimentación de cuyes, estos datos concuerdan con lo reportado por Vignale, (2010) quien obtuvo en su estudio valores de proteína en la carcasa dentro de un rango del 16,60 % a 18,19 % para dosis de 19 % de proteína en la alimentación de cuyes.

No se obtiene mucha información con respecto al efecto de ractopamina sobre los valores de proteína en la carcasa de cuyes; sin embargo se puede decir que ayuda a una mejor asimilación de las proteínas provenientes de la dieta, generando una mayor

absorción de aminoácidos en la sangre y su distribución en los tejidos y así formando el contenido proteico específico de la especie (UNED, 2019).

Es importante mencionar que a mayor porcentaje de proteína contenida en la carne se obtendrá una mayor habilidad para emulsificar grasas y a su vez mejor calidad para el consumo humano (Durán, 2007).

4.6.4 Análisis de extracto etéreo

La Tabla 23 detalla los valores obtenidos para porcentaje de extracto etéreo contenido en la carcasa del cuy.

Tabla 23.

Porcentaje de extracto etéreo en la carcasa de cuy

Tratamientos	Extracto etéreo (%)
Tratamiento 0 (testigo)	6,7
Tratamiento 1	7,5
Tratamiento 2	7,3

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, donde el valor para la prueba de normalidad $p = 0,62$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,74$ siendo estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 24 presenta el análisis de varianza para extracto etéreo contenido en la carcasa, donde la probabilidad es menor a 0,05; es decir el estudio presenta una diferencia estadística significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 3,78 %; el cual afirma una homogeneidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 24.

Análisis de varianza para extracto etéreo contenida en la carcasa del cuy

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	1,04	2	0,52	7,09	0,0263	*
Tratamientos	1,04	2	0,52	7,09	0,0263	*
Error	0,44	6	0,07			
Total	0,27	8				
C.V	0,31 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$, Ns= No existen diferencias significativas ($p > 0.05$)

La Figura 12 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de extracto etéreo contenido en la carcasa de cuy, donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 6,7 % de extracto etéreo fue el más eficiente seguido del T2 (20 ppm ractopamina) con 7,3 % de extracto etéreo y por último el T1 (10 ppm ractopamina) siendo el menos eficiente en comparación al testigo.

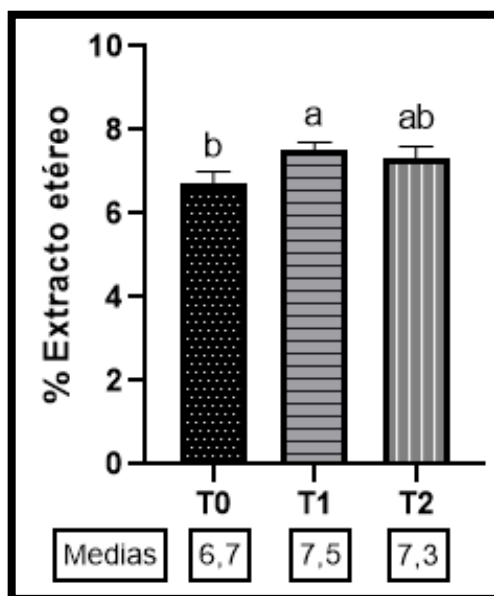


Figura 12. Prueba Tukey al 5% para extracto etéreo contenido en la carcasa de cuy

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

En cuanto a la cantidad de extracto etéreo se presenta una diferencia estadística significativa para los tratamientos, sin embargo, el tratamiento con mayor cantidad de extracto etéreo fue el T1 (10 ppm ractopamina) con 7,5 % de extracto etéreo y el T0

(0 ppm ractopamina) siendo el de menor cantidad con un valor de 6,7 % de extracto etéreo.

Los valores obtenidos en la presente investigación concuerdan con los rangos publicados por Vignale, (2010) y Ramos, (2015) quienes obtuvieron rangos de 5,36 % a 7,88 % de extracto etéreo en la carcasa de cobayos los cuales son similares a los reportados por García, (2017) quien obtuvo valores entre 5,20 % de extracto etéreo para dosis de 0 ppm de ractopamina y un valor del 8,8 % de extracto etéreo para dosis de 10 ppm de ractopamina en la alimentación diaria de cobayos, por lo cual se puede decir que ha existido una interacción de ractopamina sobre el nivel de extracto etéreo en las carcasas de cuyes en comparación a los controles.

A medida que aumenta el contenido de grasa en la carne, disminuye su aporte de agua (Castro, 2010).

4.6.5 Análisis de energía

La Tabla 25 describe los valores obtenidos para calorías contenidas en la carcasa del cuy.

Tabla 25.

Porcentaje de calorías en la carcasa de cuy

Tratamientos	Energía (Kcal/100g)
Tratamiento 0 (testigo)	119,90
Tratamiento 1	124,11
Tratamiento 2	122,15

Fuente: El autor

Se realizó previo al análisis de varianza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas F, donde el valor para la prueba de normalidad $p = 0,16$ y para la prueba de homogeneidad $p = 0,31$ siendo estos valores superiores a $p = 0,05$. Por tal motivo se concluye que los datos de campo se encuentran en una distribución normal permitibles para la realización del ADEVA.

La Tabla 26 presenta el análisis de varianza para calorías contenida en la carcasa, la cual manifiesta una probabilidad menor a 0,05; es decir el estudio presenta una

diferencia estadística altamente significativa para los tratamientos y dosis de ractopamina.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 0,25 %; presentando una homogenidad excelente en sus valores ya que en pruebas de campo de 0 al 15 % es bueno y del 15 al 25 % es aceptable (DANE, 2008).

Tabla 26.

Análisis de varianza para calorías contenidas en la carcasa del cuy

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Significancia
Modelo.	26,63	2	13,31	140,35	<0,0001	**
Tratamientos	26,63	2	13,31	140,35	<0,0001	**
Error	0,57	6	0,09			
Total	27,20	8				
C.V	0,25 %					

Nota: Fuente el autor. FV= Fuentes de Variación, SC= Suma de Cuadrados, gl= Grados de Libertad, CM= Cuadrados Medios, C.V= Coeficiente de variación.

*p<0.05; ** p < 0.01, Ns= No existen diferencias significativas (p>0.05)

La Figura 13 detalla las diferencias numéricas entre tratamientos para el indicador de calorías contenidas en la carcasa de cuy, donde el T0 (0 ppm ractopamina) con 119,90 kcal/100g fue el menos eficiente seguido del T2 (20 ppm ractopamina) con 7,3 kcal/100g y por último el tratamiento T1 (10 ppm ractopamina) con 124,11 kcal/100g es el más eficiente en comparación al testigo.

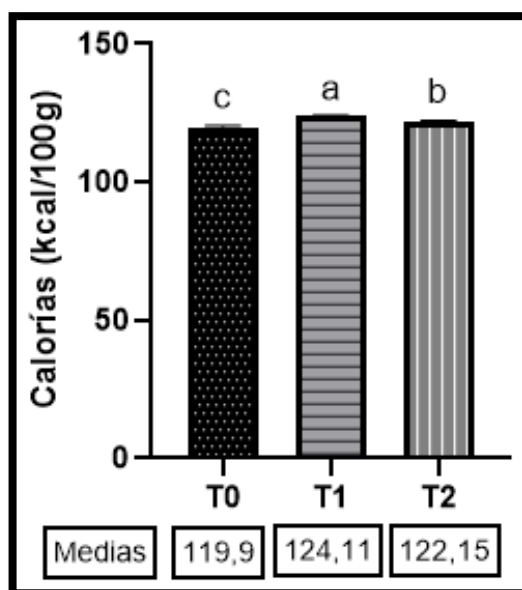


Figura 13. Prueba Tukey al 5% para calorías contenidas en la carcasa de cuy

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

El valor calórico de la carne de cuy que se obtuvo en esta investigación fue mayor para el T1 (10 ppm ractopamina) con 124,11 kcal/100g y menor para el T0 (0 ppm ractopamina) con 119,90 kcal/100g, por tal motivo estos valores se encuentran dentro de los rangos reportados por Ramos, (2015) y Figueroa, (2003), quienes obtuvieron valores entre 96 kcal/100g a 151,64 kcal/100g, entonces podemos afirmar que no existió un efecto por parte de la ractopamina en cuanto al valor calórico.

4.7 Correlación incremento de peso etapa de engorde frente a conversión

alimenticia etapa de engorde

En la Tabla 27 se puede apreciar el incremento de peso en función de la conversión alimenticia.

Tabla 27.

Correlación incremento de peso etapa de engorde frente a conversión alimenticia etapa de engorde

Tratamientos	Incremento Peso (gr)	Conversión alimenticia etapa
T0R1	329,4	6,14
T0R2	313,2	6,47
T0R3	267,6	7,54
T1R1	236	8,25
T1R2	236	8,26
T1R3	241,4	8,39
T2R1	237,6	8,53
T2R2	242,4	8,35
T3R3	199	10,18

Fuente: El autor

Se determinó una correlación para la estimación de conversión alimenticia en función del incremento de peso en etapa de engorde donde presentó una sucesión negativa muy alta de -0,97 es decir; excelente ya que valores que se acerquen a +1 y a -1 tendrá una significancia y valores que se acerquen a 0 no presentarán una sigificancia entre variables (Rosas y Zúñiga, 2003).

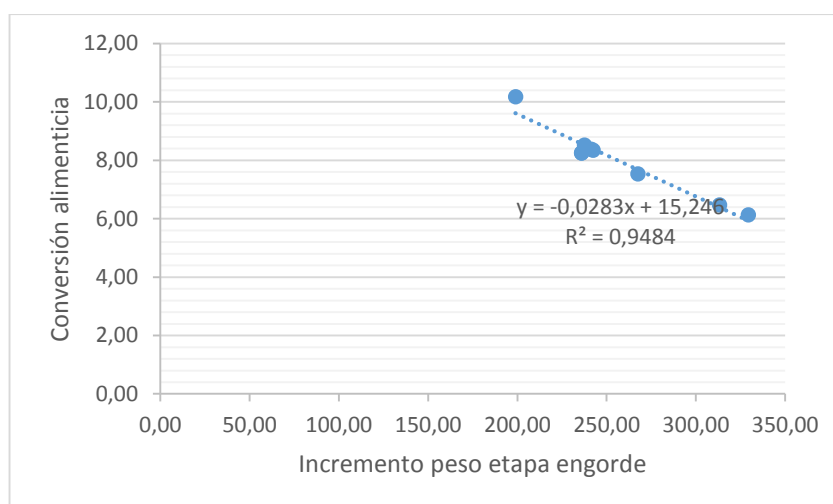


Figura 14. Gráfico de dispersión de incremento de peso etapa de engorde frente a conversión alimenticia etapa de engorde. Fuente: El autor

La Figura 14 muestra el gráfico de dispersión existente entre incremento de peso y conversión alimenticia detallando que a medida que aumenta el peso de los animales va decreciendo el indicador de conversión alimenticia esto en la etapa de engorde.

4.8 Correlación peso corporal final frente a rendimiento a la canal

En la Tabla 28 se puede apreciar el peso corporal final en función del porcentaje del rendimiento a la canal.

Tabla 28.

Correlación peso corporal final frente a rendimiento a la canal

Tratamientos	Peso Final (gr)	Rendimiento a la Canal (%)
T0R1	1070	70,37
T0R2	1092,4	71,35
T0R3	1053,4	67,44
T1R1	977,8	68,6
T1R2	986,2	68,16
T1R3	1004,4	68,34
T2R1	998,6	66,253
T2R2	1014,2	66,279
T3R3	948	64,241

Fuente: El autor

Se determinó la relación peso corporal final frente a rendimiento a la canal, donde presentó un correlación positiva alta de 0,76 es decir buena; ya que valores que se acerquen a +1 y a -1 tendrá una significancia y valores que se acerquen a 0 no presentarán una sigificancia entre variables (Rosas y Zúñiga, 2003).

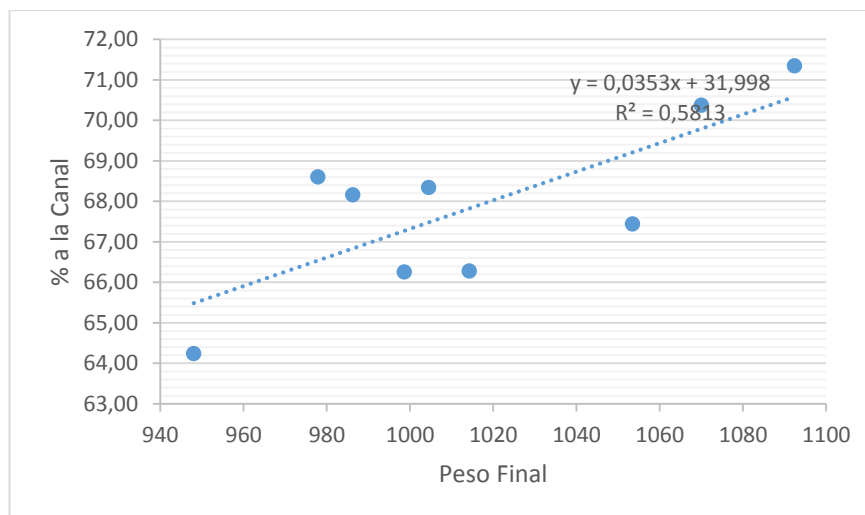


Figura 15. Gráfico de dispersión peso corporal final frente a rendimiento a la canal. Fuente: El autor

La Figura 15 indica el gráfico de dispersión existente entre peso corporal final y rendimiento a la canal afirmando que a medida que aumenta el peso corporal de los animales va incrementando la variable de rendimiento a la canal.

4.9 Correlación incremento de peso etapa engorde frente a proteína de la carne

En la Tabla 29 se puede apreciar el incremento de peso en función del porcentaje de proteína en la carne.

Tabla 29.

Correlación incremento de peso etapa engorde frente a proteína de la carne

Tratamientos	Incremento peso (gr)	Proteína (%)
T0	303,40	18,53
T1	237,80	18,62
T2	226,33	18,92

Fuente: El autor

Se determinó una relación entre incremento de peso y porcentaje de proteína contenida en la carcasa de cuy, donde presentó una correlación negativa alta de - 0,77 es decir; buena ya que valores que se acerquen a +1 y a -1 tendrá una significancia y valores que se acerquen a 0 no presentarán una significancia entre variables (Rosas y Zúñiga, 2003).

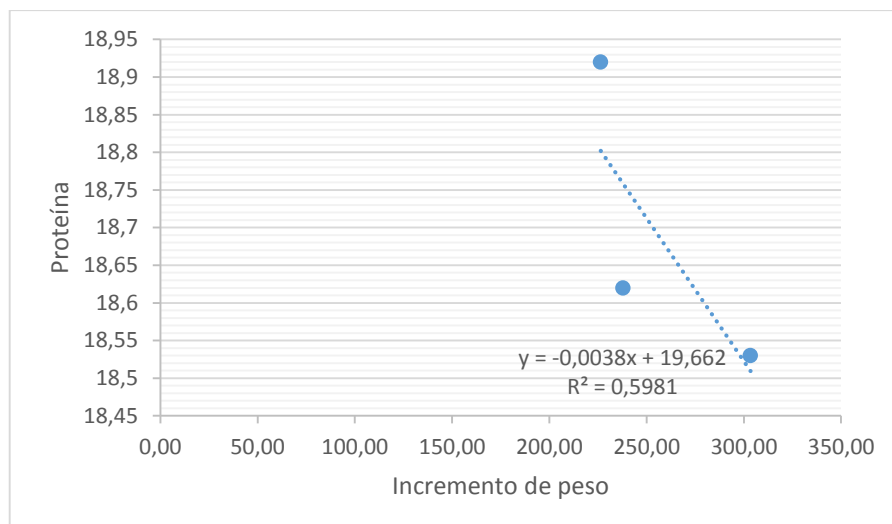


Figura 16. Gráfico de dispersión de incremento de peso etapa engorde frente a proteína de la carne. Fuente: El autor

La Figura 16 refleja que a medida que aumenta el porcentaje de proteína en la carne disminuye el incremento de peso en los animales como muestra también la Tabla 29. Por lo tanto existe un efecto de ractopamina sobre el porcentaje de proteína contenida en la carcasa de cuy.

4.10 Correlación rendimiento a la canal frente a proteína

En la Tabla 30 se puede estimar la relación existente entre rendimiento a la canal y proteína de la carne de la carcasa de cuy.

Tabla 30.

Correlación rendimiento a la canal frente a proteína de la carne

Tratamientos	Rendimiento a la Canal (%)	Proteína (%)
T0	69,72	18,53
T1	68,37	18,62
T2	65,59	18,92

Fuente: El autor

Se determinó una relación de porcentaje de rendimiento a la canal frente a porcentaje de proteína en la carne de la carcasa de cuy, donde presentó una correlación negativa muy alta de -0,99 es decir; excelente ya que valores que se acerquen a +1 y a -1 tendrán una significancia y valores que se acerquen a 0 no presentarán una significancia entre variables (Rosas y Zúñiga, 2003).

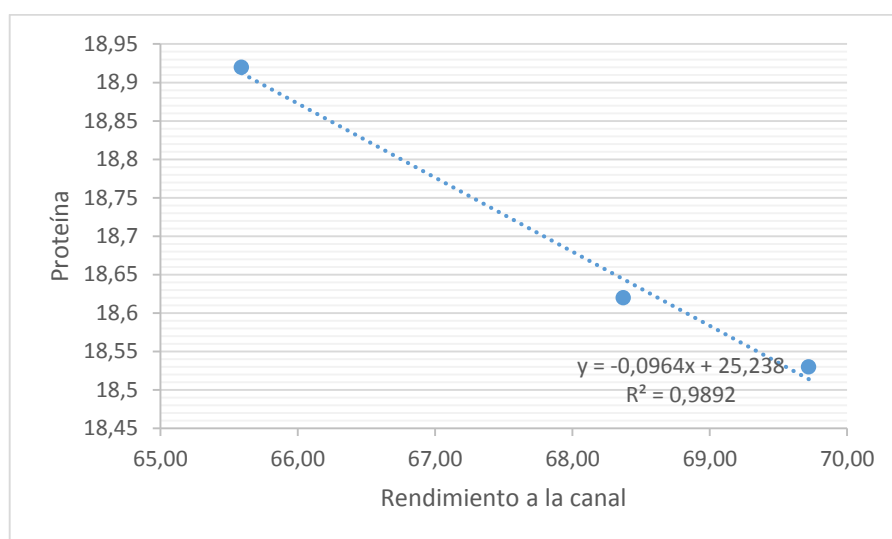


Figura 17. Gráfico de dispersión de rendimiento a la canal frente a proteína de la carne. Fuente: El autor

La Figura 17 muestra el gráfico de dispersión existente entre porcentaje de rendimiento a la canal y porcentaje de proteína en la carne de la carcasa de cuy, afirmando que a medida que aumenta el porcentaje de proteína en la carne disminuye el rendimiento a la canal como lo muestra también la Tabla 30. Por lo tanto existe un efecto de ractopamina sobre el rendimiento a la canal mejorando los índices de proteína en la carne.

4.11 Correlación rendimiento a la canal frente a humedad de la carne

En la Tabla 31 se puede estimar la relación existente entre rendimiento a la canal en función al porcentaje de humedad de la carne de la carcasa de cuy.

Tabla 31.

Correlación rendimiento a la canal frente a humedad de la carne

Tratamientos	Rendimiento a la Canal (%)	Humedad (%)
T0	69,72	73,14
T1	68,37	70,97
T2	65,59	70,33

Fuente: El autor

Se determinó una correlación para el porcentaje de rendimiento a la canal en función al porcentaje de humedad contenida en la carcasa de cuy, donde presentó un valor positivo alto de 0,88 es decir; excelente ya que valores que se acerquen a +1 y a -1 tendrá una significancia y valores que se acerquen a 0 no presentarán una sigificancia entre variables (Rosas y Zúñiga, 2003).

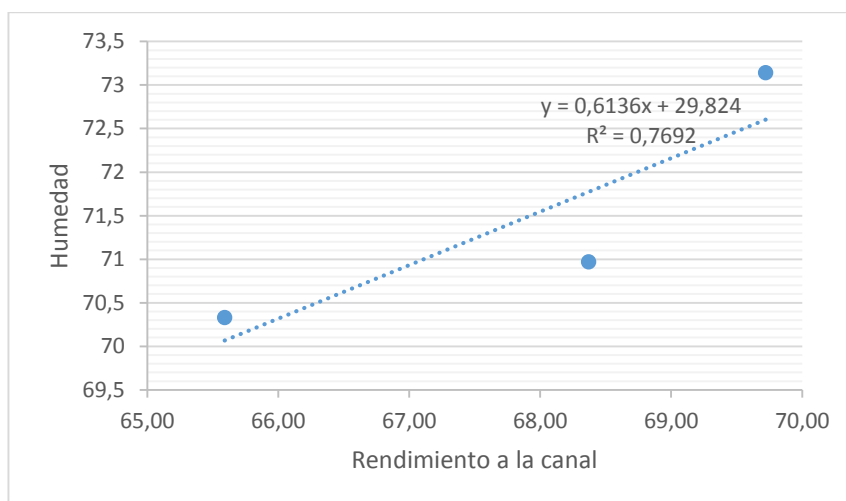


Figura 18. Gráfico de dispersión de rendimiento a la canal frente a humedad de la carne. Fuente: El autor

La Figura 18 refleja la dispersión existente entre porcentaje de rendimiento a la canal y porcentaje de humedad contenida en la carcasa de cuy, señalando que a medida que aumenta el porcentaje de rendimiento a la canal incrementa el porcentaje de humedad en la carne de cuy como lo muestra también la Tabla 31. Por lo tanto existe un efecto de ractopamina sobre el rendimiento a la canal mejorando los índices de humedad en la carne.

4.12 Análisis económico

En la Tabla 32 se detalla el análisis económico de los diferentes tratamientos en estudio durante la etapa de crecimiento y engorde, para ello se consideró los egresos determinados por los costos de producción y los ingresos fueron obtenidos de la venta del cuy en pie.

Tabla 32.*Análisis económico de los tratamientos*

Costos	Testigo (USD)	Tratamiento 1 (USD)	Tratamiento 2 (USD)
Costos Fijos			
Número de animales	15	15	15
¹ Costo cuy	45	45	45
² Desinfectante	0,22	0,22	0,22
Costos variables			
Consumo alfalfa (kg)	295,73	295,75	295,49
Consumo balanceado (kg)	32,53	32,57	32,45
Consumo ractopamina	0 ppm	10 ppm	20 ppm
³ Costo Alfalfa	50,27	50,28	50,23
⁴ Costo Balanceado	18,54	18,56	18,49
⁵ Costo Ractopamina	0	0,29	0,58
Total Egresos	114,03	114,35	114,52
Peso (kg)	16,07	14,84	14,80
⁶ Venta animales	144,71	133,58	133,24
Total Ingresos	144,71	133,58	133,24
Beneficio/Costo	1,27	1,17	1,16

¹. \$3,0/cuy². 0,22 ctvs/poza³. 0,17 ctvs/kg alfalfa⁴. 0,57 ctvs/kg balanceado⁵. 0,08 ctvs/g ractopamina⁶. \$ 9,00/kg de cuy en pie**Fuente:** El autor

Según el análisis económico especificado en la Tabla 33, todos los tratamientos en estudio presentaron rentabilidad en lo conciriente a beneficio/costo, como se lo detalla a continuación:

Tratamiento 0: forraje + balanceado + 0 ppm ractopamina

$$\text{Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Beneficio} = \frac{144,71}{114,03} = 1,27$$

El resultado de la operación es de 1,27 dólares. Afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0,27 centavos de dólar es la utilidad (27 % rentabilidad), siendo este valor superior a los demás tratamientos en estudio.

Tratamiento 1: forraje + balanceado + 10 ppm ractopamina

$$\text{Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Beneficio} = \frac{133,58}{114,35} = 1,17$$

El resultado de la operación es de 1,17 dólares. Afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0,17 centavos de dólar es la utilidad (17 % rentabilidad), siendo este valor similar al tratamiento T2.

Tratamiento 2: forraje + balanceado + 20 ppm ractopamina

$$\text{Beneficio} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

$$\text{Beneficio} = \frac{133,24}{114,52} = 1,16$$

El resultado de la operación es de 1,16 dólares. Afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0,16 centavos de dólar es la utilidad (16 % rentabilidad), siendo este valor similar al tratamiento T1.

Cabe recalcar que los ingresos por venta de los cuyes fueron iguales para todos los tratamientos.

4.13 Socialización

En las instalaciones de la PUCE-SI se procedió a la socialización de los resultados obtenidos de la presente investigación con la participación de 18 personas entre docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Zootecnia. Al terminar el evento

se realizó una encuesta (Anexo 22) con el propósito de valorar la aceptación de la misma por medio de la escala de Likert, para ello se tomó en cuenta los siguientes niveles:

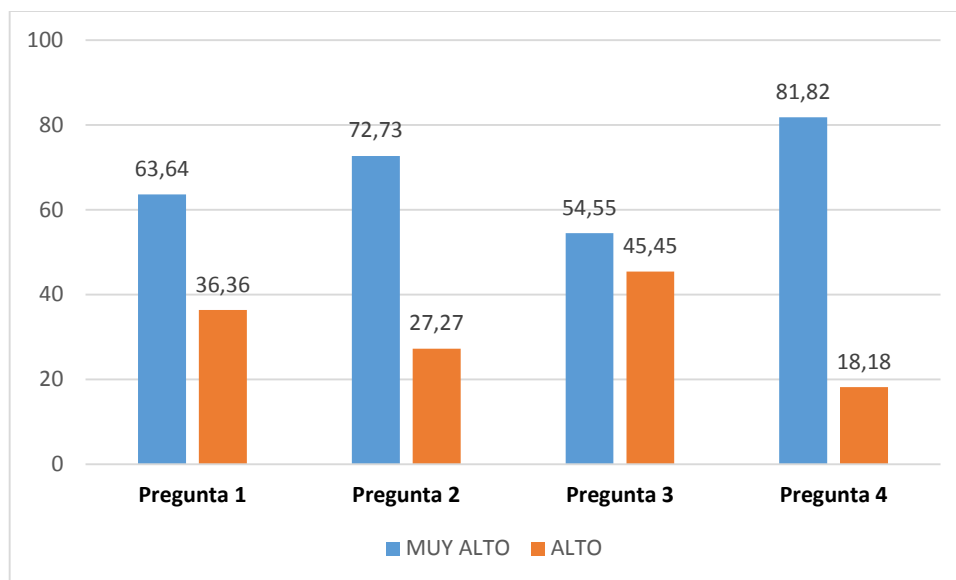


Figura 19. Resultados de la socialización de la investigación. Fuente: El autor

Se determina que la investigación tuvo relevancia para algún sector de la sociedad con un 63,64% y 36,36% en escala de muy alto y alto, respectivamente (pregunta 1). El 72,73% y 27,27% indicaron que el estudio posee perspectivas para estudios complementarios posteriores (pregunta 2); el 54,55% y 45,45% consideraron que la temática genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización (pregunta 3); y por último lugar el 81,82% y 18,18% valoraron que los objetivos planteados se cumplieron en la investigación (pregunta 4). Este interés muestra la importancia de la búsqueda de nuevos aditivos alimenticios que permitan mejorar el performance en los parámetros productivos de las especies de interés zootécnico

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

- La adición de ractopamina no desarrolló un efecto positivo representativo sobre los índices productivos: consumo de alimento, incremento de peso, peso corporal final, conversión alimenticia y rendimiento a la canal en relación al testigo, obteniendo para este indicador resultados de 69,72%, 68,37% y 65,59% para los tratamientos T0 (testigo), T1 (10 ppm ractopamina) y T2 (20 ppm ractopamina) respectivamente, obteniendo valores para este indicador de 7,26%, 5,18% y 0,91% más en relación al rango promedial de la zona andina del Ecuador que es del 60 – 65% de rendimiento a la canal.
- La ractopamina tuvo efecto en la humedad contenida en la carcasa del cuy, representados por valores inferiores de 2,97% y 3,84% para los tratamientos T1 y T2 respectivamente, siendo estos resultados eficientes ya que se elimina la cantidad de agua y sangre contenida en el músculo logrando así fácilmente su transformación a carne.
- Existe efecto de ractopamina para el análisis de proteína contenida en la carcasa, presentando un incremento del: 2,10% para T2 y 0,49% para T1 en relación al testigo; siendo los valores para T2: 18,92%, T1: 18,62% y T0:18,53%, respectivamente, debido a que los A β A estimulan la deposición de proteína muscular.
- Se observó un efecto de ractopamina sobre el análisis de cenizas contenida en la carcasa disminuyendo en un 15,90% para T1 y un 17,42% para T2 en comparación al testigo, debido a la disminución del porcentaje de humedad, eliminándose los minerales a través de la excreción urinaria ya que algunos de estos son hidrosolubles (sodio, potasio, magnesio, cloruro, fosfatos y carbonatos).
- El análisis costo beneficio presenta valores positivos para todos los tratamientos, pero el tratamiento más eficiente fue el T0 obteniendo un mayor rango de rentabilidad (27%), es decir por cada dólar invertido 0,27 centavos es su ganancia,

mientras que el tratamiento T1 y T2 presentan una rentabilidad del 17% y 16% respectivamente, es decir; la ganancia obtenida con el uso de ractopamina es de 0,17 y 0,18 centavos respectivamente.

- La socialización de la investigación evidenció gran interés y aceptación del público; determinando que la investigación tuvo relevancia para algún sector de la sociedad con un 63,64% y 36,36% en escala de muy alto y alto, respectivamente. El 72,73% y 27,27% indicaron que el estudio posee perspectivas para estudios complementarios posteriores; el 54,55% y 45,45% consideraron que la temática genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización; y por último el 81,82% y 18,18% determinaron que los objetivos planteados se cumplieron en la investigación.

5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios con mayor tiempo de adición de ractopamina y niveles de energía metabolizable en la ración alimenticia, dejando un bache para que los receptores β vuelvan a la normalidad, exclusivamente en cobayos de línea genética Perú ya que son considerados potencialmente productivos en los parámetros zootécnicos.
- Evaluar el efecto de ractopamina con diferentes dosis entre una alimentación mixta y una alimentación balanceada.
- Se recomienda realizar en estudios posteriores la adición de lisina a la ractopamina para analizar el comportamiento productivo del animal, ya que, en un estudio realizado por Pérez, *et al.*, (2006) reporta que el uso de este compuesto mejora la asimilación de ractopamina en el organismo de los animales.
- Examinar la calidad cárnica a tratamientos con ractopamina mediante un análisis sensorial (color, sabor, jugosidad y textura), a través de especialistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A. (2010). Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes. Riobamba, Ecuador: Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. p. 23-24.
- Agronegocios. (2017). Importancia de la cuyicultura. Obtenido de Agronegocios Ecuador:
<http://agronegociosecuador.ning.com/page/importancia-de-la-cuyicultura>.
- Aliaga, L., Moncayo, R., Rico, E. y Caycedo, A. (2009). Producción de cuyes. Edit: Fondo editorial UCSS. Lima-Perú.
- Álvarez, M. (2004). Manual sobre crianza de cuyes. Proyecto. IQCV 099. pg. 12.
- Amstron, T., Ivers, D., Wagner, J., Anderson, D., Weldon, W., y Berg, E. (2004). The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing pigs. Scielo, 82. pg. 3245-3253.
- Balseca, D. (2015). Evaluación de buclizina en la alimentación de cuyes durante la etapa de engorde en el centro experimental Uyumbicho. Quito, Ecuador : Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador. pg. 13-15.
- Barrie, A. (2004). Cobayos, Cuyes. Obtenido de Conciencia animal:
<http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/crianza-de-cuyes.htm>.
- Bizhat, R. (2010). Crianza comercial de cuyes. Obtenido de Crianza comercial de cuyes: <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/crianza-de-cuyes.htm>.
- Cabrera, R. (2000). Determinación del rendimiento productivo de cuyes con alimento balanceado peletizado y diferentes fuentes de vitamina C. Cochabamba, Bolivia: Tesis de grado, Universidad Mayor de San Simón.
- Cáceres, L. (2011). Necesidades de minerales para el crecimiento de los cuyes. Obtenido de Minerales para el cuy: <http://www.mineralescuy.com>.
- Calderon, E. (2013). Evaluación estratégica de la potencialidad de la producción de la alfalfa en la cuenca hidrográfica del río guano, localizada en la parroquia de

- San Andrés y el cantón Guano en la provincia de Chimborazo. Chimborazo-Ecuador: Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Pg:100
- Cantarelli, S. (2007). Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. Universidade Federal de Lavras. Pg: 108.
- Caravaca, F. (2006). Bases de la producción animal. Editorial de la Universidad de Sevilla, España.
- Casa, D. y Jimenez, M. (2013). Uso de ractopamina en cerdos en fase de finalización para mejorar los parámetros productivos. Quito, Ecuador: Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador. pg. xxiii.
- Castro, H. (2002). Avances en Nutrición y Alimentación de Cuyes-Crianza de Cuyes. Huancayo. pg. 136-146.
- Castro, K. (2010). Tecnología de alimentos. Edit: Ediciones de la U. Bogotá-Colombia. pg.38
- Caycedo, V. (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.
- Chalán, M. (2016). Utilización de diferentes niveles de un promotor de crecimiento en *cavia porcellus* en la etapa de crecimiento y engorde. Riobamba, Ecuador: Tesis de grado, ESPOCH.
- Chango, M. (2001). Evaluación de diferentes niveles de codornaza en la alimentación de cuyes mejorados. Riobamba-Ecuador: ESPOCH. Tesis de grado.
- Chauca, F. (1997). Efecto del empadre post parto y post destete sobre el tamaño y peso de la camada en cuyes. San José: IICA.
- Chauca, L. (2006). El intervalo entre partos en cuyes (*Cavia porcellus*). Lima: INIA - La Molina.
- Chauca, L. (2007). Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. Arch. Latinoam. Prod. Anim. pg. 223 - 228.

- Chancusig, N. (2015). Evaluación de la adición del ají (*Capsicum.annuum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento y engorde en la cuyera nacional. Universidad Técnica de Cotopaxi. Tesis de grado.
- Chinguercela, A. (2014). Evaluación de la suplementación alimenticia con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) deshidratada y encapsulada, aditivos y vitamina C, en etapa de crecimiento y engorde en cuyes (*Cavia porcellus*). Tumbaco. Quito-Ecuador: Tesis de grado. Universidad Central del Ecuador.
- Cuarón, A., Balderas, A., Catañeda, E., Velázquez, R., Castaño, A. y López, E. (2002). Effectiveness of Ractopamine in presence of temperature and disease stress. Obtenido de www.amvec.org/biblioteca/gdl/magistrales/09-Cuaron.doc
- Domínguez, I., Mondragón, J., Gonzáles, M., Salazar, F., Bórquez, J. y Aragón, A. (2010). Los B-agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos. *Ciencia ergo sum*. pg. 278-279.
- DANE, (2008). Estimación e interpretación del coeficiente de variación en pruebas de campo. Obtenido de Departamento Administrativo Nacional de Estadística de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/censo/est_interp_coefvariacion.pdf
- Dawson, J., Taylor, M. y Reide, S. (2003). Lo esencial en farmacología. Edit: Elsevier. Pg. 9.
- Durán, F. (2007). Manual del ingeniero de alimentos. Edit: Grupo Latino. Colombia. Pg. 425
- Durán, T. (2013). Comportamiento productivo de cerdos en fase de crecimiento con dos niveles de ractopamina. *Revista Científica Agro Ciencias Amazonía*.
- Estupiñan, E. (2003). Crianza y manejo de cuyes. Cotopaxi, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. pg. 7.
- Esparza, A. (2016). Efecto de la ractopamian en el índice de grasa dorsal en la producción porcina. Torreón-Coahuila. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis de grado. Pg: 15.

- Faithfull, N. (2004). Métodos de análisis químico agrícola. Manual práctico. Edit: Acribia. S.A. Zaragoza-España. Pg: 39.
- FAO, (2009). Producción de cuyes (*Cavia Porcellus*). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s04.htm>
- Fernández, D., Rosas, V., Pérez, V. y Cuarón, I. (2002). Niveles de lisina digestible para cerdosfinalizados con ractopamina. Puetto Vallarta: XXXVIII Congreso Nacional AMVEC.
- Fernández, M. (2010). Determinación de parámetros tecnológicos óptimos para la conserva de carne de cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de grado - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Figueroa, F. (2003). El cuy, su cría y explotación; actividades productivas. IDNA.
- Garcés, S. (2003). Efecto del uso de la cuyinaza más melaza en el balanceado en la alimentación de cuyes . Riobamba-Ecuador: Tesis de grado-ESPOCH.
- García, J. (2014). Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos en cuyes (*Cavia porcellus*) raza Perú en el distrito de Frías. Piura-Perú: Tesis de grado. Universidad de Piura.
- García, M. (2017). Ractopamina y nivel de proteína de la dieta, respuesta productiva y características de la carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Lima, Perú.
- Garibay, Y. (2009). Evaluación de tres programas de alimentación mixta en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento (*Cavia porcellus*). Lima-Perú: Tesis de grado UNALM.
- Guerra, C. (2009). Manual técnico de crianza de cuyes. CEDEPAS Norte. Cajamarca. pg: 25-25.
- Hanco, C. (2017). Efecto de cuatro densidades nutricionales en el destete precoz (7 días) de cuyes (*Cavia porcellus*). Cusco-Perú: Tesis de grado-Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

- Herr, C. (2001). Optimal Paylean® Sequence When Fed to Late-Finishing Swine. Obtenido de Purdue University de <http://www.purdue.edu/>
- Hidalgo, C. y Carrillo, L. (2008). Evaluación de cuatro niveles de proteína vegetal en el alimento balanceado para el crecimiento y engorde de cobayos (*Cavia porcellus*), en la parroquia San José de Chaltura
- Hirakawa, H. (2001). Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal. Rev* (Vol 32). Pg: 150-152.
- Huanca, H. (2017). Efecto del subproducto de la industrialización de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en etapa de crecimiento y engorde. La Paz, Bolivia: Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. pg.10.
- INAMHI. (2018). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de www.serviciometeorologico.gob.ec
- INFOPORK. (2012). Uso de la ractopamina en la terminación de cerdos. Obtenido de Infopork: <https://infopork.com/2012/05/uso-de-ractopamina-en-la-terminaci-n-de-los-cerdos/>
- Inga, R. (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 Porcellus*). Lima, Perú: UNALM.
- Jiménez, J. (2007). Valoración energética de diferentes tipos de maíz (*Zea Mays*) utilizado en la alimentación de cuyes (*Cavia Porcellus*). Riobamba-Ecuador: Tesis de grado, ESPOCH.
- Konig, E. y Leibich, H. (2008). Anatomía de los animales domésticos. Segunda edición. Edit: Panamericana. Buenos Aires. Pg. 15
- León. J. (2015). Comportamiento productivo de cuyes alimentados con forraje y suplemento más aditivo de clorhidrato de ractopamina. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil. Tesis grado

- Linnaeus, C. (1758). *Systema nature per regna tria nature, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*. Laurentii Salvii, Holmiae. pg. 824.
- López, C., Yepes, B., Hernández, O., Arteaga, E., Báez, F. y Calad, C. (2003). *Explotación tecnificada de cuyes*. San Juan de Pasto, Colombia: Promumedios.
- Madrid, E., Esteire, E. y Cenzano, J. (2013). *Ciencia y tecnología de los alimentos*. Edit: AMV Ediciones. Madrid-España. Pg. 28
- Madrid, A. (2013). *Ciencia y tecnología de los alimentos*. Edit: AMV Ediciones. Madrid-España. Pg. 122
- Mariezcurrenta, M. (2012). Características químicas y sensoriales de la carne de cerdo, en función del consumo de dietas con Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, Vol 3.
- Martínez, M. y Rubio, G. (2002). *Manual de drogodependencias para enfermería*. Edit: Díaz de Santos S.A. Madrid-España. Pg. 47.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. y Wilkinson, R. (2011). *Nutrición animal*. Edit: Acribia S.A. Zaragoza-España. Pg, 567
- Mills, S. (2002). Biological basis of ractopamine response. *J. Anim. Sci.* pg. 28.32.
- Mersmann, H.(1998). Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *J. Anim. Sci.* 761. pg: 160-172.
- Montes, T. (2012). *Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de Cuyes*. Cajabamba-Perú. Obtenido de http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/015-a-crianza_tecnif.pdf
- Mullo, L. (2009). Aplicación del promotor natural de crecimiento (sel – plex) en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento – engorde y gestación –lactancia. Riobamba. Epoch.
- Navarro, C. (2013). *Elaboración y evaluación de bloques nutricionales de sangre y contenido ruminal del camal municipal del cantón Pujilí en la alimentación de*

- cuyes en etapa de engorde. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi.
Pg: 129
- Ochoa, E. (2007). Evaluación de dos fuentes de ractopamina en la dieta de finalización de cerdos. Obtenido de
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/818/1/T2456.pdf>
- Padilla, F. (2006). Crianza de Cuyes. Lima: Macro EiRL.
- Paine, F. y Paine, H. (2016). Manual de envasados de alimentos. Edit. A. Madrid Vicente. Madrid-España. Pg. 308
- Pérez, A., Obispo, N., Palma, J. y Chicco, C. (2006). Efectos de la ractopamina y el nivel de lisina sobre la respuesta productiva de cerdos magros en la fase de engorde. *Zootecnia Trop.* Pg: 429-445.
- Ramos, M. (2015). Determinación del grado de aceptabilidad de conservas de carne de cuy (*Cavia porcellus*) en presentaciones de salsa a la boloñesa, tomate y pachamanca en la ciudad de Puno. Puno-Perú. Universidad del Altiplano. Tesis de grado
- Ravindran, V. (2010). Aditivos en alimentación animal. Madrid-España: XXVI Curso de especialización FEDNA. pg. 3.
- Revollo, K. (2009). Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy (MEJOCUY). Bolivia.
- Ricaurte, H. (2005). Utilización de distintas relaciones energía/proteína en la alimentación de cuyes . Riobamba-Ecuador.Escuela Politécnica Superior de Chimborazo. Tesis de grado.
- Rico, E. (2003). Manual sobre el manejo de cuyes. Benson Institute Proyecto Mejocuy; Bolivia – Cochabamba. Obtenido de:
<http://www.portalagrario.com.pe/Cuyes/manejodecuyes.pdf>
- Rosales, E. (2004). Efecto de Paylean sobre la calidad de la carne de cerdo. Universidad de Zamorano. Tesis de grado. Honduras.
- Saldivar, S. (2011). Cobayos. Obtenido de Redvet: www.redvet.com.org.enlinea

- Sandoval, M. (2018). Nutricampo. Ibarra-Ecuador
- Santos, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. Arch. Latinoam. pg. 216.
- San Miguel, L. y Serrahima, L. (2004). Manual de crianza de animales. Editores Lexus. pg. 9972-625-74-5.
- SECAP. (1991). Manual de procesador de cárnicos.
- Shimada, M. (2005). Nutrición Animal. México: Trillas México.
- Shimada, A. (2015). Nutrición animal. Edit: Trillas. Mexico. Pg. 345-355.
- Smith, D. (2000). The pharmacokinetics, Metabolism and Tissue Residues of β Adrenergic, Agonists in Livestock. J. Anim. Scielo. pg. 173-194.
- Sistema Geodésico Mundial. (2018). Coordenadas geográficas granja ECAA (PUCESI). Obtenido de Geodatos:
<https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/imbabura/ibarra>
- Sumano, H., Ocampo, L. y Guitierrez, L. (2002). Clenbuterol y otros B-agonistas. México: Departamento de Fisiología y Farmacología.
- Suzane, S. (2007). Análisis de los alimentos. Manual de laboratorio. Edit: Acribia S.A. Zaragoza-España. Pg: 18-42.
- Toro, B. (2016). Evaluación del propóleo entre niveles (100-150-200 mg) como aditivo en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento a engorde, en la cuyera Nacional cantón Latacunga. Latacunga-Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Tesis de grado. pg. 21.
- Torrano, C. (2002). *Laboratorio Fort Dodge*. USA.
- Torres, M. (2015). Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina a 5 ppm y 10 ppm en conejos neozelandeses en fase de finalización en la Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador. Universidad Técnica de Cotopaxi. Tesis de grado. pg. xviii.

- Torres, M. (2013). Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua. Quito- Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Tesis de grado. pg. 25-26
- Tuquinga, F. (2011). Evaluación de diferentes niveles de desecho de quinua en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes. Riobamba-Ecuador. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo. Tesis de grado.
- UNED. (2019). La composición de los alimentos. Obtenido de Guía de Alimentación https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-I/guia_nutricion/compo_proteinas.htm
- Urrego, E. (2009). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Estación experimental agropecuaria La Molina del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) del Perú.
- Vargas, S. y Yupa, E. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Cuenca. Universidad de Cuenca.
- Vicente, J. (17 de Noviembre de 2014). Efecto de aplicación de fuentes de vitamina C, tipos de vacunas y promotores de crecimiento en el manejo de cuyes (*Cavia porcellus*). Tumbaco. Quito-Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Tesis de grado. pg. 12.
- Vignale, L. (2010). Evaluación de diferentes niveles de energía y proteína cruda en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento en crianza comercial. Tesis de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Vilchez, A. (2006). Evaluación de diferentes densidades de nutrientes en dietas con exclusión de forraje para cuyes en crecimiento en condiciones de verano de la costa central del Perú. UNALM. Lima- Perú. Tesis de grado. pg. 89.
- Yupa, E. y Vargas, S. (2011). Determinación de la ganancia de peso en cuyes (*Cavia porcellus*), con dos tipos de alimento balanceado. Cuenca-Ecuador. Universidad de Cuenca. Tesis de grado.

ANEXOS

Anexo 1. Registro de peso semanal de cuyes

Tratamientos	Peso inicial (g)	Semana 1 (g)	Semana 2 (g)	Semana 3 (g)
T0R1				
T0R2				
T0R3				
T1R1				
T1R2				
T1R3				
T2R1				
T2R2				
T2R3				

Fuente: El autor

Anexo 2. Registro de consumo de alimento semanal

Tratamientos	Materia Prima	Semana 1 residuos (g)
T0R1	Forraje	
	Balanceado	
T0R2	Forraje	
	Balanceado	
T0R3	Forraje	
	Balanceado	
T1R1	Forraje	
	Balanceado	
T1R2	Forraje	
	Balanceado	
T1R3	Forraje	
	Balanceado	
T2R1	Forraje	
	Balanceado	
T2R2	Forraje	
	Balanceado	
T2R3	Forraje	
	Balanceado	

Fuente: El autor

Anexo 3. Registro de mortalidad de cuyes

Tratamiento	Repetición	Mortalidad	Observaciones

Fuente: El autor

Anexo 4. Porcentaje de mortalidad

Tratamientos	Nº inicial de animales	Nº final de animales	Mortalidad (%)
Tratamiento 0 (testigo)	15	15	0
Tratamiento 1	15	15	0
Tratamiento 2	15	15	0

Fuente: El autor

Anexo 5. Pesos y porcentajes del rendimiento a la canal

TRATAMIENTO 0	Peso Animal Vivo	Peso Animal Carcasa	% a la Canal
Repetición 1	1070	753	70,37
Repetición 2	1092,4	779,4	71,35
Repetición 3	1053,4	710,4	67,44
Promedio	1071,93	747,60	69,74
TRATAMIENTO 1	Peso Animal Vivo	Peso Animal Carcasa	% a la Canal
Repetición 1	977,8	670,8	68,60
Repetición 2	986,2	672,2	68,16
Repetición 3	1004,4	686,4	68,34
Promedio	989,47	676,47	68,37
TRATAMIENTO 2	Peso Animal Vivo	Peso Animal Carcasa	% a la Canal
Repetición 1	998,6	661,6	66,25
Repetición 2	1014,2	672,2	66,28
Repetición 3	948	609	64,24
Promedio	986,93	647,60	65,62

Fuente: El autor

Anexo 6. Análisis proximal de la carne

Análisis químico proximal			
Composición	Tratamiento 0 (Testigo)	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Humedad (%)	73,14 ^a	70,97 ^b	70,33 ^c
Cenizas (%)	1,32 ^a	1,11 ^b	1,09 ^c
Proteína (%)	18,53 ^c	18,62 ^b	18,92 ^a
Extracto etéreo (%)	6,7 ^a	7,5 ^a	7,3 ^a
Energía (kcal/100g)	119,90 ^c	124,11 ^a	122,15 ^b

Nota: Fuente el autor. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey, $p > 0.05$)

Anexo 7. Preparación de Pozas



Fuente: El autor

Anexo 8. Análisis químico proximal del balanceado

ANÁLISIS PROXIMAL DEL BALANCEADO	
Nutrientes	Contenido
Humedad %	10,15
Cenizas %	4
Proteína %	17,2
Fibra %	11,42
Extracto Etéreo %	3,4
Energía kcal/kg	3893,67

Fuente: El autor

Anexo 9. Alimentación Mixta



Fuente: El autor

Anexo 10. Pesaje de los animales



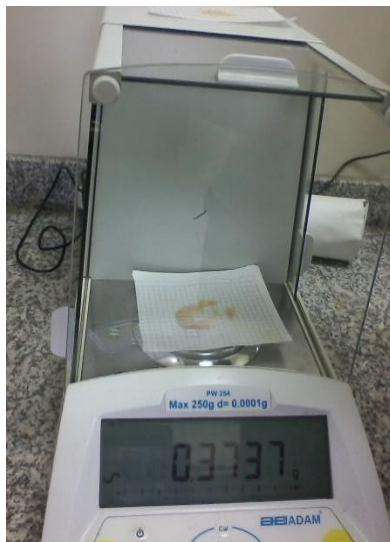
Fuente: El autor

Anexo 11. Mezcla del aditivo (Ractopamina) en el alimento balanceado



Fuente: El autor

Anexo 12. Pesaje del tratamiento 1 y tratamiento 2



Fuente: El autor

Anexo 13. Tratamientos en estudio



Fuente: El autor

Anexo 14. Limpieza de las Pozas



Fuente: El autor

Anexo 15. Rendimiento a la Canal



Fuente: El autor

Anexo 16. Análisis químico proximal de humedad de la carne de cuy



Fuente: El autor

Anexo 17. Análisis químico proximal de cenizas de la carne de cuy



Fuente: El autor

Anexo 18. Análisis químico proximal de proteína de la carne de cuy



Fuente: El autor

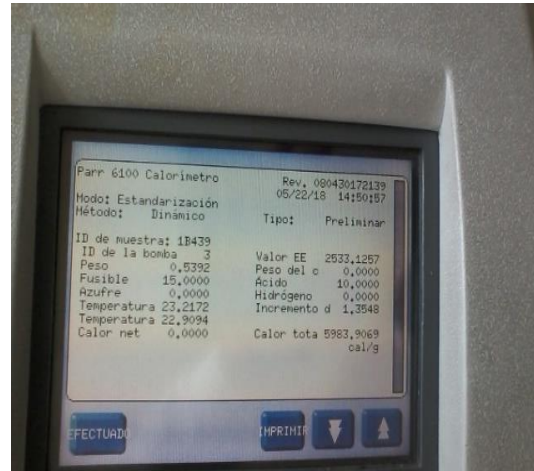
Anexo 19. Análisis químico proximal de extracto etéreo de la carne de cuy



Fuente: El autor

Anexo 20. Análisis químico proximal de energía de la carne de cuy





Fuente: El autor

Anexo 21. Invitación de socialización



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES


Le extienden la más cordial Invitación a la socialización del trabajo de investigación:
"Evaluación del uso de clorhidrato de ractopamina en la alimentación de *Cavia porcellus* machos de engorde"

Autor: Álvaro Miguel Brucil, **de la carrera de:** Ingeniería en Zootecnia
Fecha: 20 de diciembre del 2018
Lugar: Aula Granja ECAA, de la PUCESI
Hora: 11:30 am

RESUMEN
La alimentación en la producción animal es el aspecto más importante que permite mejorar el performance en los parámetros productivos, y en la actualidad el uso de aditivos en el alimento que permitan magnificar estos aspectos es una tendencia. Así, en esta investigación se ha incorporado en la dieta un elemento que permita evaluar el efecto sobre los parámetros productivos de los cuyes y meiore la eficiencia de estas unidades de producción animal.

Fuente: El autor

Anexo 22. Encuesta



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	20 / 12 / 2018		
EXPOSITOR	ÁLVARO MIGUEL BRUCIL PUPIALES		
LUGAR	DENTRO PUCESI	<input checked="" type="checkbox"/>	FUERA PUCESI


NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					X
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					X
EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					X
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					X
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					X
MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					X
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					X
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					X
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					X
REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO					
MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD					

Fuente: El autor

Anexo 23. Lista de asistencia

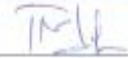



















Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

ESCUELA CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES
ÁREA DE VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: ÁLVARO MIGUEL BRUCIL PUPIALES
CARRERA: INGENIERÍA EN ZOOTECNIA
FECHA: 20 de DICIEMBRE de 2018

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Tito Minda	10020-224-4	PUCE	
M. del V. Minda	100355110-5	PUCE-SI	
Pablo Pupiales	100354741-9	PUCE-SI	
Lis Cotapi	0401885793	PUCE-SI	
Estroja Hincay	040184931-0	PUCE-SI	
Anderson Hincay	0401855333-1	PUCE	
Paul Lopez	171604866-3	PUCE-SI	
Franklin Fuentis	040185664-8	PUCE-SI	
Camelto Encinas	040181192-3	PUCE-SI	
Gabriel Minda	1711946871	PUCE-SI	
Bryan Carrero	0401884390	PUCE-SI	
Daniel Estrada	100348267-4	PUCE-SI	
Kevin Portillo	0401853209	PUCE-SI	
Reany Narváez	150125400-5	PUCE-SI	
Schicki Guzmán	100421204-5	PUCE-SI	
Fátima Cuzco	100424149-1	PUCE-SI	
Nancy Macchiucio	100311012-2	PUCE-SI	
Cristian Quispe	040204920-0	PUCE-SI	

Fuente: El autor

Anexo 24. Socialización



Fuente: El autor