

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



“Efecto del uso de butirato de sodio sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento, Arequipa 2016”

"Effect of using sodium butyrate on productive performance of guinea pigs (*Cavia porcellus*) growing, Arequipa 2016”


**Tesis presentado por el Bachiller:
Alonso Javier Díaz Obando**

**Para optar el Título Profesional de:
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**Arequipa – Perú
2016**

DEDICATORIA

A mis padres Francisco Díaz Pinto y Esperanza Obando de Díaz que gracias a su apoyo firme e incondicional pude lograr mis metas.

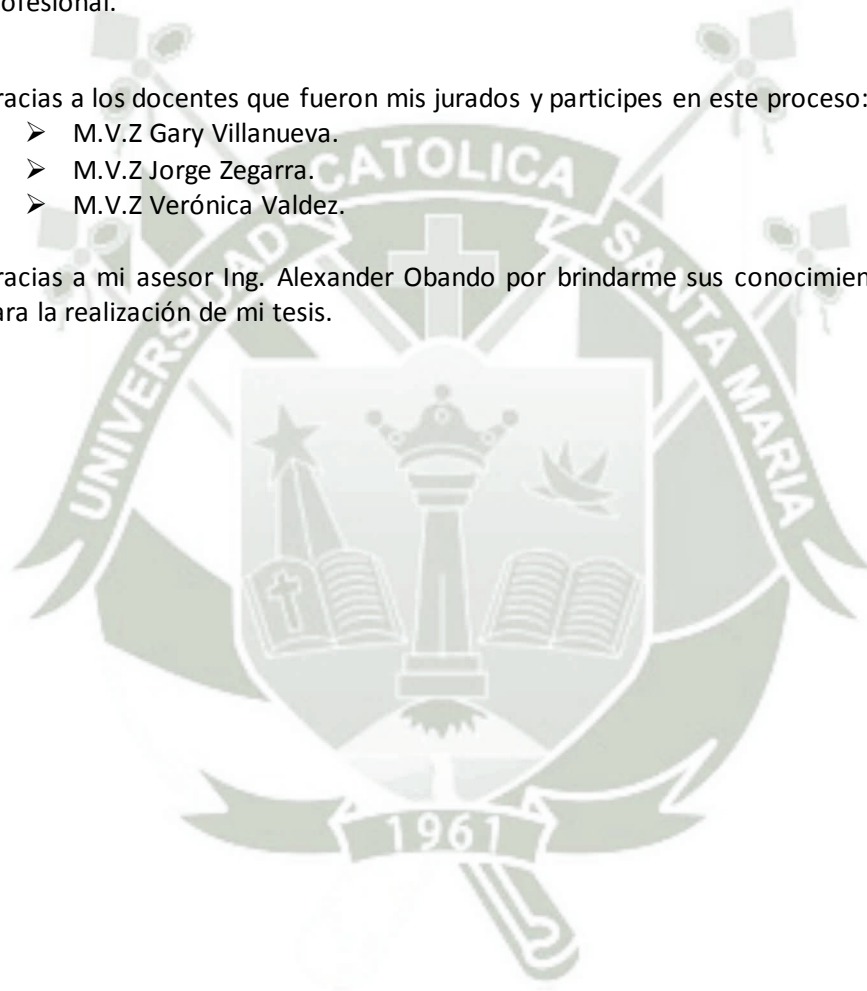


A mis hermanas que siempre me apoyaron con su comprensión y buenos consejos.

A todos los que me apoyaron y que forman parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ Gracias a Dios por ser mi principal apoyo y motivador en este proceso tan importante de mi vida.
- ✓ Gracias a mis padres que fueron mis mayores promotores durante esta etapa.
- ✓ Gracias a mi Universidad por haberme permitido formarme en ella y ser un buen profesional.
- ✓ Gracias a los docentes que fueron mis jurados y participes en este proceso:
 - M.V.Z Gary Villanueva.
 - M.V.Z Jorge Zegarra.
 - M.V.Z Verónica Valdez.
- ✓ Gracias a mi asesor Ing. Alexander Obando por brindarme sus conocimientos y apoyo para la realización de mi tesis.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
SUMMARY	2
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Enunciado del problema	3
1.2 Descripción del problema	3
1.3 Efecto en el desarrollo local y regional	4
1.3.1 Efecto local y regional	4
1.4 Justificación del trabajo	4
1.4.1 Aspecto general	4
1.4.2 Aspecto tecnológico	5
1.4.3 Aspecto social	5
1.4.4 Aspecto económico	5
1.4.5 Importancia del trabajo	6
1.5 Objetivos	6
1.5.1 Objetivo general	6
1.5.2 Objetivos específicos	6
1.6 Planteamiento de la hipótesis	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Situación actual de la crianza de cuyes	7
2.1.1. Generalidades	7
2.1.2. Población y producción nacional de cuyes	8
2.1.3. Problemática de la producción de cuyes	9
2.1.4. Tipos de cuyes	9
2.1.5. Morfología y fisiología digestiva del cuy	11
2.2 Estrategias para actuar sobre la salud intestinal	13
2.3. Butirato de sodio	17
2.4 Antecedentes de investigación	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23

	Página
3.1. Materiales	23
3.1.1. Localización del trabajo	23
3.1.2. Material biológico	24
3.1.3. Insumos experimentales	24
3.1.4. Materiales y equipos de campo y de escritorio	24
3.1.5. Instalaciones	24
3.2 Métodos	25
3.2.1 Muestreo	25
3.2.2 Formación de unidades experimentales de estudio	25
3.2.3 Tratamientos	25
3.2.4 Métodos de evaluación	27
3.2.5 Variables de respuesta	28
3.3 Evaluación estadística	29
3.3.1 Unidades experimentales	29
3.3.2 Análisis estadísticos	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 Consumo de alimentos	30
4.2 Peso vivo	33
4.3 Ganancia de peso vivo	35
4.4 Conversiones alimenticias	38
4.5 Mérito económico	40
V CONCLUSIONES	43
VI RECOMENDACIONES	45
VII BIBLIOGRAFÍA	46
VIII ANEXOS	52
IX FOTOS	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
Cuadro Nº 1	Consumo de alimentos frescos y de materia seca con los diferentes tratamientos experimentales	30
Cuadro Nº 2	Variación promedio de los pesos vivos con las diferentes raciones experimentales	33
Cuadro Nº 3	Ganancia de peso promedio obtenida con las diferentes raciones experimentales	36
Cuadro Nº 4	Conversión alimenticia promedio estimada para las diferentes raciones experimentales	38
Cuadro Nº 5	Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Título	Página
Gráfico Nº 1a	Consumo de alimentos frescos con los diferentes tratamientos experimentales	31
Gráfico Nº 1b	Consumo de materia seca con los diferentes tratamientos experimentales	31
Gráfico Nº 2	Variación promedio de los pesos vivos de los cuyes alimentados con las diferentes raciones experimentales	34
Gráfico Nº 3	Promedio de ganancia diaria de los cuyes con las diferentes raciones experimentales	36
Gráfico Nº 4	Promedio de conversiones alimenticias con las diferentes raciones experimentales	39
Gráfico Nº 5	Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
Anexo N° 1	Control de consumo y sobrante de alimentos	53
Anexo N° 2	Ficha de control de peso vivo de los cuyes	54
Anexo N° 3	Control de consumo de alimentos para el tratamiento T1 (Testigo) con diez cuyes experimentales	55
Anexo N° 4	Control de consumo de alimentos para el tratamiento T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido) con diez cuyes experimentales	56
Anexo N° 5	Control de consumo de alimentos para el tratamiento T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido) con diez cuyes experimentales	57
Anexo N° 6	Control de consumo de alimentos para el tratamiento T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido) con diez cuyes experimentales	58
Anexo N° 7	Control de consumo de alimentos para el tratamiento T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido) con diez cuyes experimentales	59
Anexo N° 8	Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T1 (0 % de butirato de sodio)	60
Anexo N° 9	Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	61
Anexo N° 10	Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	62
Anexo N° 11	Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)	63
Anexo N° 12	Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)	64
Anexo N° 13	Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T1 (0 % butirato de sodio)	65

Anexo Nº 14	Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	65
Anexo Nº 15	Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	66
Anexo Nº 16	Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 47% protegido)	66
Anexo Nº 17	Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)	67
Anexo Nº 18	Composición porcentual y costo de las raciones experimentales	68
Anexo Nº 19	Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T1 (0 % butirato de sodio)	69
Anexo Nº 20	Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	69
Anexo Nº 21	Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)	70
Anexo Nº 22	Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)	70
Anexo Nº 23	Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 47% protegido)	71
Anexo Nº 24	Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable ganancia de peso vivo	72
Anexo Nº 25	Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable conversión alimenticia	73
Anexo Nº 26	Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable mérito económico	74

RESUMEN

La investigación se realizó en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero, provincia y región de Arequipa. Este distrito está a una altura promedio de 2,363 msnm, entre los 16°25'04" de latitud sur y 71°30'48" de latitud oeste. La investigación experimental se desarrolló entre los meses de abril y mayo del 2016, con el fin de evaluar el efecto del uso de butirato de sodio sobre la performance de cuyes en crecimiento alimentados con una ración mixta, con 50% de alfalfa y 50% del balanceado (en base seca). Se evaluaron las siguientes variables: consumo de materia seca, ganancia diaria de peso vivo, conversión alimenticia y mérito económico. Para la evaluación estadística de los resultados se empleó el diseño completamente al azar con diez repeticiones. En el experimento se evaluaron los niveles de 0 ppm, 300 ppm de butirato de sodio 100% protegido, 450 ppm de butirato de sodio 100 % protegido, 300 ppm de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido y 450 ppm de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido, correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Estos tratamientos fueron evaluados en 50 cuyes machos en crecimiento, con un peso inicial de 348.60± 71.35 gramos, durante 35 días. El consumo promedio diario de alimentos/cuy fue: de 124.82, 126.65, 123.87, 115.22 y 122.83 gramos para la alfalfa verde, de 33.05, 33.69, 33.07, 30.17 y 32.14 gramos para el alimento balanceado y, de 60.95, 61.98, 60.73, 55.96 y 59.63 gramos para la materia seca, con los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Las ganancias diarias promedio por cuy fueron de 13.60, 13.97, 14.24, 12.97 y 12.54 gramos para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Las conversiones alimenticias diarias fueron de 4.48, 4.44, 4.26, 4.42 y 4.75 para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Los costos de alimentación por kilo de ganancia, como indicador del mérito económico, fueron en promedio de: 4.82, 4.88, 4.74, 4.77 y 5.16 soles para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. No se aprecian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos para ninguna de las variables evaluadas.

SUMMARY

The research was conducted in the district of José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa province and region. This district is at an average altitude of 2,363 meters above sea level, between 16 ° 25'04 "south latitude and 71 ° 30'48" west latitude. The experimental research was conducted between the months of April and May of 2,016, in order to evaluate the effect of using sodium butyrate on the performance of guinea pigs fed growth with a mixed platter, 50% alfalfa and 50% of balanced (dry basis). dry matter intake, daily live weight gain, feed conversion and economic merit: The following variables were evaluated. For the statistical evaluation of the results the design was used completely randomized with ten repetitions. In the experiment the levels of 0 ppm were evaluated, 300 ppm of sodium butyrate 100% protected, 450 ppm of sodium butyrate 100% protected, 300 ppm of sodium butyrate 57% free and 43% protected and 450ppm butyrate 57% sodium and 43% free protected, corresponding to the T1, T2, T3, T4 and T5, respectively treatments. These treatments were evaluated in 50 male guinea growing, with an initial weight of 348.60 ± 71.35 grams, for 35 days. The average daily consumption of foods / cuy was: from 124.82, 126.65, 123.87, 115.22 and 122.83 grams for green alfalfa, 33.05, 33.69, 33.07, 30.17 and 32.14 grams for the balanced feed and, of 60.95, 61.98, 60.73, 55.96 and 59.63 grams for dry matter, with T1, T2, T3, T4 and T5, respectively treatments. The average daily earnings for cuy were 13.60, 13.97, 14.24, 12.97 and 12.54 grams for T1, T2, T3, T4 and T5, respectively treatments. Daily feed conversions were 4.48, 4.44, 4.26, 4.42 and 4.75 for T1, T2, T3, T4 and T5, respectively treatments. Feed costs per kilo of profit as an indicator of economic merit, were on average: 4.82, 4.88, 4.74, 4.77 and 5.16 soles for T1, T2, T3, T4 and T5, respectively treatments. No significant differences ($p < 0.05$) are seen between treatments for any of the variables evaluated.

II. INTRODUCCIÓN

2.1 Enunciado del problema

“Efecto del uso de butirato de sodio sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento, Arequipa, 2016”.

2.2 Descripción del problema

En los últimos años, la crianza del cuy (*Cavia porcellus*) ha tenido un incremento considerable, esto debido al aumento del consumo en todo el país. Este incremento en la demanda ha traído consigo la necesidad de una mayor exigencia en la crianza intensiva, por lo que se han venido presentando problemas de hacinamiento y en consecuencia de éste, el incremento de casos sanitarios, siendo los del tipo gastrointestinales de diferentes etiologías, los principales (Chauca, 2013).

Frente a esta realidad, los criadores para controlar los problemas sanitarios en sus cuyes administran altos niveles de antibióticos. El uso indiscriminado de esta alternativa en estas explotaciones puede generar problemas en salud pública como la aparición de reacciones alérgicas, dificultad y retraso en la correcta identificación del agente etiológico y la posible aparición de microorganismos antibiótico-resistentes. La presencia de trazas de antibióticos en los productos y subproductos animales, estaría limitando la comercialización de esa carne para el consumo humano (Vallejos, 2014).

Como alternativa al uso de antibióticos han sido desarrollados otros productos que puedan sustituirlos, tales como los ácidos orgánicos, extractos naturales, probióticos, prebióticos, adsorbentes de toxinas, entre otros (Marzo et al., 2001). El uso de ácidos orgánicos es una de las estrategias que más se ha utilizado en los últimos años en la producción animal, siendo los más frecuentes el ácido fórmico, propiónico, cítrico, fumárico, láctico y butírico. (Roth, 1999).

1.3 Efecto en el desarrollo local y regional

1.3.1. Efecto local y regional

Los problemas sanitarios, muy en especial las enfermedades gastrointestinales, tales como la salmonelosis y la colibacilosis, son muy frecuentes en las crianzas locales. La mortalidad en los cuyes de diferentes edades, la presencia de abortos y la alta morbilidad ocasionan pérdidas económicas cuantiosas a cada uno de los criadores, afectando significativamente la producción de cuyes en la región.

Asimismo, el uso indiscriminado de antibióticos afecta la calidad de la carcasa, afectando la salud pública. Por otro lado, representa un gasto importante para los criadores, que junto a la disminución de la productividad, ven francamente disminuida su rentabilidad, que en muchos casos los lleva a dejar las crianzas.

1.4 Justificación del trabajo

1.4.1 Aspecto general

El ácido butírico es un ácido orgánico y surge como una alternativa al uso indiscriminado de antibióticos por no dejar residuos indeseables en las carnes y además de sus resultados en el desarrollo intestinal, que se traducen en una prevención de infecciones intestinales; pero a pesar de sus efectos beneficiosos en otras especies (aves, conejos y cerdos), no se tienen reportes sobre su uso en la alimentación del cuy, ni su efecto sobre su comportamiento productivo, creando un vacío en el conocimiento científico limitando su uso en esta especie.

Por esta razón, se justifica la realización del presente estudio, que evaluará el efecto de la suplementación de la dieta de cuyes de crecimiento con butirato de sodio, contrastando estos resultados con una ración control.

1.4.2 Aspecto tecnológico

En diferentes especies animales (aves, cerdos, conejos) el ácido butírico se usa con grandes beneficios como aditivo en la dieta de animales de engorde (Santomá et al., 2006), actúa también como agente trófico de los enterocitos, al comportarse como una fuente rápida de energía, también favorece la regeneración del epitelio intestinal (Fernández y Camino, 2005). El ácido butírico, también es capaz de modular la proliferación de las células intestinales y así mejora la salud intestinal, funcionando de forma preventiva frente a los problemas gastrointestinales de etiología infecciosa.

En tal sentido, si tiene el mismo efecto en los cuyes, se apreciará una mejora en su comportamiento productivo.

1.4.3 Aspecto social

La crianza de cuyes está muy difundida en la región sur, dependiendo de ella la economía de las familias dedicadas a esta actividad. De allí que, la búsqueda de alternativas para lidiar con enfermedades gastrointestinales, repercutirá en una mejora en la rentabilidad y por ende del nivel de vida de los granjeros

1.4.4 Aspecto económico

Evaluar nuevas estrategias para mantener la salud intestinal de los cuyes influirá en un mayor rendimiento de los animales, menor incidencia de enfermedades, oferta de cuyes libres de restos de antibióticos, lo cual hará más eficiente el proceso productivo y la rentabilidad de las empresas dedicadas a este menester

1.4.5 Importancia del trabajo

La trascendencia del trabajo está dirigida a evaluar nuevas alternativas para salvaguardar la salud de los cuyes en diferentes sistemas de producción y garantizar la oferta de carcasas de alta calidad nutritiva

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

“Evaluar el efecto del uso de butirato de sodio sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento en Arequipa”.

1.5.2 Objetivos específicos

Se planteó evaluar el efecto de tres niveles y dos presentaciones de butirato de sodio, en cuyes en crecimiento, sobre las siguientes variables:

1. Evaluar el efecto en el consumo de alimentos.
2. Evaluar el efecto sobre la ganancia de peso vivo.
3. Evaluar el efecto sobre la conversión alimenticia.
4. Evaluar el efecto sobre el mérito económico.

1.6 Planteamiento de la hipótesis

Dado que el butirato de sodio actúa como agente trófico de los enterocitos, favorece la regeneración del epitelio intestinal, estimula la proliferación celular, mejora la digestibilidad y promueve el crecimiento de bacterias benéficas, se esperaba que, incorporada a la ración de cuyes jóvenes y adecuadamente balanceada, permita velocidades de crecimiento y conversiones alimenticias superiores a raciones sin butirato.

II. MARCO TEORICO

2.1 Situación actual de la crianza de cuyes

2.1.1. Generalidades

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie doméstica que se explota en cautiverio en muchos países latinoamericanos, desde la época de la conquista ha constituido una fuente alimenticia y económica muy importante para el poblador andino. Es una especie originaria de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, criada con el objetivo de obtener carne. Es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (Ministerio de Agricultura, 2008).

En los países andinos existe una población estable de más o menos 35 millones de cuyes. En el Perú se registra una producción anual de 16 500 toneladas de carne proveniente del beneficio de más de 65 millones de cuyes, producidos por una población más o menos estable de 22 millones de animales (Chauca, 1997). En el Perú y Ecuador la cría está difundida en la mayor parte del país; en Bolivia y Colombia está circunscrita a determinados departamentos, lo cual explica la menor población animal en estos países (Ministerio de Agricultura, 2008).

Entre las especies utilizadas en la alimentación del hombre andino, sin lugar a dudas, el cuy constituye el de mayor popularidad (Chauca, 1997). Su aceptación se ha extendido hacia la costa y selva, por efecto de la migración de la población andina que ha llevado sus costumbres y tradiciones. Además de ello, en los

últimos años se ha impulsado y promocionado bastante el consumo de cuy en las principales ciudades del país, atendiendo a las características saludables de su carne. (Ministerio de agricultura, 2008).

El consumo de carne de cuy en el Perú se estimó en 0.607 kg por habitante para el 2003, sobre la base de una producción estimada de 16,500 TM de carne al año (Dirección general de promoción agraria, 2003); siendo uno de los más bajos a nivel nacional superando sólo al consumo de carne de caprino (0,25kg /hab./año) (Ministerio de Agricultura, 2008).

2.1.2. Población y producción nacional de cuyes

Según datos del ministerio de agricultura (Dirección general de promoción agraria, 2003), se ha estimado una población de 23'240,846 cuyes distribuidos principalmente en la sierra (21'462,950), costa (1'439,746) y selva (338,150). Es importante señalar que en los fenómenos migratorios del campo a la ciudad de las últimas décadas no han incluido el abandono de esta actividad, estimándose que en 90 mil hogares urbanos se mantiene la crianza de cuyes en más de un millón de animales criados en la ciudad (Ministerio de agricultura, 2008).

Los principales departamentos productores de cuyes en el Perú son: Ancash, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad y Lima; siendo Cajamarca el mayor productor (Aguilar et al., 2011). En la actualidad cerca del 74% de la población de Lima es potencialmente consumidora de carne de cuy, lo cual sumado a la demanda creciente de esta carne en provincias conlleva a una demanda insatisfecha (Instituto nacional de innovación agraria, 2011).

2.1.3. Problemática de la producción de cuyes

La tecnología de producción actualmente presenta deficiencias en manejo productivo, reproductivo y alimenticio; Asimismo se observa una deficiente prevención y control sanitario; escasez de reproductores de calidad; deficiente sistema de comercialización y escaso conocimiento técnico de los productores (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2011).

La producción animal intensiva moderna depende de un manejo altamente eficiente de alimentos y mano de obra. En años recientes, la importancia de la salud intestinal asociada con una microbiota intestinal balanceada ha sido reconocida como una precondition fundamental para la producción animal costeable y ambientalmente segura (Martínez, 2011). Se ha aclarado que un tracto gastrointestinal sano es el prerrequisito más importante para la transformación de nutrientes en desempeño productivo. El tema importante en la nutrición animal moderna es, por lo tanto, promover y mantener la salud gastrointestinal para asegurar productividad total y para entregar al mercado global productos animales seguros y de alta calidad (Martínez, 2011).

2.1.4. Tipos de cuyes

a) Clasificación según conformación

- **Tipo A:** Presentan una conformación enmarcada dentro de un paralelepípedo, típico de los animales productores de carne. Se caracterizan por el gran desarrollo muscular (se aprecia longitud, anchura y profundidad) insertado en una buena base ósea. Son de buen temperamento y de buena conversión alimenticia (Chauca, 1997)

- **Tipo B:** Corresponden a cuyes de forma angulosa, de poca profundidad y desarrollo muscular. La cabeza es triangular y alargada. Hay bastante variabilidad en el tamaño de la oreja. Son muy nerviosos y de difícil manejo (Chauca, 1997)

b) Clasificación según el pelaje

- **Tipo 1:** Es el cuy peruano típico productor de carne, presenta el pelo corto, lacio y pegado al cuerpo. Es uno de los más difundidos y puede tener o no remolino en la frente. Tiene el mejor comportamiento como animal productor de carne y se le encuentra en una gran variedad de colores.
- **Tipo 2:** Es un cuy con pelo corto, lacio pero formando rosetas o remolinos a lo largo del cuerpo. Generalmente muestra menos precocidad que los cuyes del tipo 1 y forma parte de las poblaciones de los cuyes criollos. Sin embargo tiene buen comportamiento como animal productor de carne.
- **Tipo 3:** Es el cuy Hippy, pues presenta pelo largo ya sea en la presentación del tipo 1 o del tipo 2. No es un buen animal productor de carne y está poco difundido, sin embargo suele ser solicitado por la belleza que muestra para ser usado como mascota.
- **Tipo 4:** Este tipo de cuy presenta el pelo ensortijado, característica muy definida al nacimiento y que se va perdiendo con el desarrollo, tornándose erizado. Su forma de cabeza y cuerpo es redondeado. Presenta una buena implantación muscular y con grasa de infiltración, esto hace que su carne sea muy sabrosa (Chauca, 1997).

2.1.5. Morfología y fisiología digestiva del cuy

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; la mayor o menor actividad de este sistema enzimático-fermentativo depende de la composición de la ración (Chauca, 1993). Este animal está clasificado, según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego (Chauca, 1997). El proceso de digestión de los cuyes se inicia en la boca, en donde posee piezas dentarias diseñadas para cortar y triturar la materia vegetal, esta masticación reduce el tamaño de partícula de la ingesta, a tal magnitud, que al mezclarse con la saliva facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo, el cual luego pasa al estómago a través del esófago (Bustamante, 1997).

El cuy posee un estómago glandular simple seguido de un intestino delgado que alcanza 125 cm en la adultez (Snipes, 1982). En el estómago el alimento es parcialmente procesado por la acción del ácido clorhídrico y las enzimas lipasa, amilasa y pepsina gástricas, luego éste pasa al duodeno donde la digestión es continuada por las enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, para ser absorbido a lo largo del intestino delgado; todo este proceso toma aproximadamente dos horas (Chauca, 1995). Continuando el intestino delgado se localiza el ciego, órgano importante que junto al colon proximal puede contener hasta el 65% de la digesta y alberga microorganismos fermentadores (Snipes, 1982).

A pesar de los procesos ocurridos en el estómago y el intestino delgado la pared celular contenida en la materia vegetal transita casi intacta hacia el ciego, lugar que contiene una flora y fauna muy compleja, cuyas enzimas tienen acción degradativa sobre la pared celular de esta materia vegetal. La acción de estas enzimas se conoce como digestión fermentativa y se lleva a cabo en aproximadamente 48 horas, producto de este proceso se obtienen ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana; pero sólo se absorben a este nivel los ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua (Gómez y Vergara, 1993).

Para que la población microbiana cecal se mantenga constante y sea eficiente la digestión fermentativa, el cual desarrolló un mecanismo de separación colónica, el cual consiste en movimientos antiperistálticos de los surcos del colon proximal que retornan los microorganismos desde el colon proximal hacia el ciego, resultando en una retención selectiva de microorganismos (Holtenius y Bjornhag, 1985).

Las bacterias que ya cumplieron su ciclo de vida en el ciego forman bolos fecales blandos (cecótrofos), con alto contenido de proteína, los que atraviesan rápidamente el intestino grueso y son ingeridos directamente del ano por el mismo roedor. Este evento es conocido como cecotrofia, donde el “pellet” rico en nitrógeno pasa por una segunda digestión en estómago e intestino delgado, con liberación y absorción de un importante grupo de aminoácidos. Finalmente el material no digerido pasa al intestino grueso, sin entrar al ciego, para formar el material fecal a excretarse (Hirakawa, 2001).

2.2 Estrategias para actuar sobre la salud intestinal

A través de la alimentación, se pueden usar distintos métodos y combinaciones para manipular la microbiota del tracto gastrointestinal de los animales y evitar así la proliferación de patógenos y la aparición de infecciones (Smith *et al.*, 1999).

Dentro de la producción animal, se aplica gran variedad de compuestos incorporados en los alimentos bajo el rótulo de “aditivos”, que impactan directa o indirectamente en la salud intestinal (Soraci *et al.*, 2010). Sin embargo, muchos de estos aditivos son utilizados de manera incorrecta, pues su uso se basa en el empirismo sin tener en cuenta una adecuada determinación de dosis, ya sea en función del peso corporal o del consumo total de alimento de parte del animal. Existe un abuso en la extrapolación de efectos positivos con otras especies sin algún sustento científico para la especie que se criará (Soraci *et al.*, 2010). Entre estos aditivos encontramos a los promotores de crecimiento antimicrobianos (APC), coccidiostatos, pre- y probióticos, fibras dietéticas, etc. (Smith *et al.*, 1999).

a) Uso de antibióticos

Dentro de los productos antimicrobianos más empleados en la industria animal están los que actúan sobre las bacterias gram positivas existentes en el tubo digestivo como: bacitracina, clortetraciclina, oleandomicina, penicilina, estreptomina, virginiamicina, avoparcina, flavomicina, avilamicina, entre otros. Algunos de estos aditivos tienen uso exclusivo en la alimentación animal y no se emplean en la terapia humana o veterinaria (Colín *et al.*, 1994).

Soares (1996) afirma que aún se desconoce el exacto modo de acción de estas sustancias promotoras de crecimiento. Se sabe, sin

embargo, que las principales acciones de estos agentes consisten en: (a) Lograr el decrecimiento de la producción de amonio, sea por reducción de su volumen preexistente o mediante una selección de la flora responsable de su elaboración. (b) Impedir el metabolismo bacteriano y por tanto el hospedero logra reducir la competencia de microorganismos frente a los nutrientes. Se afirma que los antibióticos que actúan como promotores de crecimiento son activos contra los gérmenes gram positivos, en los cuales interfieren la síntesis proteica, del ADN o de la pared celular, así como también el desarrollo de la microflora intestinal patógena.

b) Uso de probióticos

Un probiótico es definido como un suplemento alimenticio microbiano vivo que beneficia al hospedador mejorando su balance microbiano intestinal (Tellez et al., 2006). Puede ser un cultivo de una sola cepa bacteriana o una mezcla de diferentes cepas, que pueden ser ofrecidas como alimento a un animal para mejorar algunos aspectos de su salud. Los probióticos también son referidos como microbianos alimenticios directos (González, 2009)

La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales de granja son productoras de ácido láctico y pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Cortés et al., 2000).

Si bien todavía se desconocen muchos aspectos de los mecanismos de acción de los probióticos, parece que éstos impiden a los microorganismos patógenos colonizar el tracto digestivo, o al menos reducen su concentración o su producción de toxinas (Carró y Ranilla, 2002). La exclusión competitiva previene la

colonización de patógenos mediante el establecimiento de otros microorganismos. La exclusión competitiva se aplica principalmente para prevenir la colonización cecal de *Salmonella* spp. Pero se ha usado también contra otras bacterias, como *Campylobacter*. Se ha indicado también que reduce el número de *Clostridium perfringens* en los ciegos (Smith *et al.*, 1999).

Por otro lado, los probióticos producen numerosas sustancias antimicrobianas específicas, como las bacteriocinas, ácidos grasos volátiles de cadena corta, peróxido de hidrógeno y ácido láctico (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y *Streptococcus*), por lo que se reduce el pH luminal, considerándose el principal mecanismo por el cual las bacterias lácticas inhiben el crecimiento de diferentes bacterias patógenas como *E. coli*, *Streptococcus* y *Salmonella* spp. (Amores *et al.*, 2004)

c) **Uso de prebióticos**

Los prebióticos, fueron definidos como ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al hospedero, por una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de una o un limitado grupo de bacterias en el tracto intestinal (Ortiz, 2004), que a su vez provocan una mejora de la salud del animal, y en otros se piensa que actúan como receptores de anclaje de bacterias patógenas (Santomá *et al.*, 2006). Cualquier ingrediente alimenticio que ingresa al intestino delgado es por lo tanto un potencial prebiótico. Sin embargo, para ser efectivo, es esencial la selectividad de la fermentación (González, 2009).

Entre las características y efectos de los prebióticos ideales tenemos que no deben ser hidrolizados o absorbidos en la parte superior del tracto gastrointestinal; deben ser un substrato selectivo tanto para

una o varias bacterias comensales benéficas al colon, que son estimuladas en su crecimiento o son metabólicamente activadas; deben ser capaces de alterar la flora en favor de una composición más saludable y deben inducir efectos sistémicos o lumbales que sean benéficos para la salud del hospedador (González, 2009)

Existen cientos de compuestos con interés potencial; la mayoría son hidratos de carbono, y entre ellos los más usados en avicultura son los oligosacáridos, carbohidratos de 3-10 unidades de azúcares monoméricos. Se distinguen según sus monómeros, el tipo de unión entre ellos, la estructura de la cadena, y por sus uniones a otras estructuras no hidrocarbonadas. La mayoría presentan un enlace glicosídico β entre sus unidades de azúcares, que no es degradado por los enzimas digestivos, pero sí por la microbiota intestinal. Los más estudiados, y empleados en la práctica, son los fructooligosacáridos (FOS) y los manano-oligosacáridos (MOS) (Santomá *et al.*, 2006).

d) Acidificantes

Los ácidos orgánicos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza como constituyentes habituales de los tejidos vegetales o animales, se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico de los frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno (Santomá *et al.*, 2006). También se producen a partir de la fermentación microbiana de los hidratos de carbono, principalmente en el intestino grueso (Santomá *et al.*, 2006).

Los ácidos orgánicos son sustancias fácilmente metabolizables, con valores en energía superiores en general al de los cereales. Son productos intermedios del metabolismo animal y, en muchos casos,

productos finales de la fermentación de los hidratos de carbono por los microorganismos y se hallan en numerosas cantidades en muchos productos lácticos, cárnicos y vegetales ya fermentados. Todos los ácidos del ciclo de los ácidos tricarboxílicos pueden ser producidos microbiológicamente con un alto rendimiento. Algunos ácidos que derivan indirectamente del ciclo de Krebs, como el ácido itacónico (se obtiene a partir del ácido isocítrico), también pueden producirse de la misma manera. Así mismo se obtienen otros ácidos orgánicos que derivan directamente de la glucosa (p.ej. el ácido glucónico) o que se forman como productos finales a partir del piruvato o del etanol (p.ej. el ácido láctico o el ácido acético) (Mateos, 2009).

Generalmente son utilizados como preservantes de materias primas (propiedades antifúngicas y bactericidas) y como acidificantes en el alimento concentrado (De Blas *et al.*, 2003). Los más utilizados como conservantes son el ácido fórmico (fuerte bactericida) y el ácido propiónico (potente antifúngico), y como acidificantes el ácido cítrico y el fumárico; mientras que otros ácidos de uso creciente como el acético, láctico, sórbico, málico y combinaciones, tienen ambas propiedades (De Blas *et al.*, 2003).

2.3. Butirato de sodio

El butirato de sodio es un ácido orgánico de cadena corta que tiene efectos a nivel molecular, celular y tisular (Gálfie, 2011). Juega un rol importante en la regulación del crecimiento celular, promueve la proliferación lenta de células así como la actividad de las enzimas del ribete en cepillo. También estimula la proliferación de criptas normales (Catuogno *et al.*, 2006). Este ácido orgánico, es conocido por ser un inhibidor de la deacetilasa de histonas (HDAC's).

El butirato de sodio es una fuente de energía de rápida disponibilidad para las células, que genera una mayor proliferación celular del epitelio ruminal y los enterocitos, y puede acelerar el crecimiento y la diferenciación de la mucosa ruminal e intestinal (aumento de la longitud de las papilas en el epitelio ruminal e incremento del número de vellosidades intestinales, que incrementan el área de absorción), linfocitos activados (que mejoran el estado del sistema inmune), lo que puede asegurar una rápida reparación de la mucosa dañada (Gálfie, 2011), estimula la proliferación celular y la síntesis de proteína tanto de colágeno como no-colágeno en el mucosa (Lan et al., 2005).

La proliferación celular intestinal en presencia de ácidos grasos de cadena corta se debe probablemente a un aumento de la disponibilidad de un sustrato energético, ya que según la documentación existente, estas sustancias son metabolizadas por los colonocitos, teniendo que en ratas, borregos y humanos la fuente energética por orden de importancia es: butirato, acetoacetato, glutamina y glucosa (Gutiérrez, 1998). Entre estos, el butirato es el que aporta mayor cantidad de energía.

Además de su actividad antineoplásica, el butirato de sodio induce cambios en la morfología celular, modifica la expresión de genes celulares, regula la acción hormonal y los receptores de hormonas, así como los receptores de los factores de crecimiento. Finalmente, el butirato puede mejorar la salud y el crecimiento de los animales e incrementar los beneficios económicos de los productores. Aumenta de una manera significativa el consumo de pienso y reduce el pH en el tracto gastrointestinal, además actúa en contra de las bacterias perjudiciales y estimula el crecimiento del animal (Gálfie, 2011). El butirato en aves es reconocido por su efecto directo sobre la secreción de mucina, principalmente por su efecto antibacteriano sobre

enteropatógenos gramnegativos, como *E. coli* y *Salmonella* spp., y grampositivos, como *Clostridium* spp (Sánchez et al., 2011).

2.4 Antecedentes de investigación

Van Immerseel et al. (2004a) alimentaron pollos con piensos que contenían ácidos fórmico (0.22%), acético (0.24%), propiónico (0.27%) y butírico (0.15%) micro-encapsulados y los infectaron con *S. enteritidis*. Los piensos suplementados con acético y fórmico resultaron en una mayor colonización del ciego y otros órganos internos, el ácido propiónico dio unos valores similares a los del control negativo, mientras que el ácido butírico redujo de forma significativa la colonización fecal.

En el caso del ácido butírico, además de ser la principal fuente de energía de los enterocitos es esencial para la salud de la mucosa intestinal (Isolauri et al., 2003), y también se ha mostrado eficaz en el control de *Salmonella* spp. (Van Immerseel et al., 2004a; 2004b). Estos últimos autores han comprobado mediante la administración de ácidos orgánicos de cadena corta protegidos, que el ácido butírico, y en menor medida el propiónico, tienen una acción inhibitoria en la expresión de los genes virulentos de *Salmonella* spp. en los tramos distales del intestino, mientras que el ácido acético ha estimulado esta expresión. Por tanto es importante tener en cuenta los ácidos y combinaciones utilizadas (Gálfie, 2011)

Trabajos realizados con suplementación de butirato de sodio en lechones, han demostrado un mayor crecimiento de las vellosidades intestinales y una menor profundidad de criptas del epitelio intestinal. Se obtuvo una disminución en la profundidad de la criptas de Lieberkühn del duodeno y un aumento en el largo de las vellosidades en las tres secciones del intestino con respecto al control

(Kotunia y et al., 2004). La adición de butirato de sodio en la dieta base de gallinas de postura, incrementó el crecimiento de las vellosidades intestinales en largo y ancho así como en la profundidad de la cripta en comparación a una dieta base sin suplemento (Sánchez et al., 2009).

Vallejos (2014) evaluó la suplementación de butirato de sodio en la dieta de cuyes en engorde. Este autor encontró un efecto positivo sobre desarrollo intestinal, siendo evidentes mejoras en la relación entre el largo de vellosidad respecto a la profundidad de la cripta de Lieberkühn de los tres segmentos intestinales, apoyándose en vellosidades más largas y criptas menos profundas, siendo demostrada una mejor respuesta con la dosificación de 300 ppm.

Sánchez et al (2009) evaluaron el comportamiento productivo, calidad del huevo y análisis histológico de vellosidades intestinales de duodeno (largo y ancho) en gallinas de la estirpe Bovans, de 63 semanas de edad, con adición de butirato en la dieta (0, 300, 500 ppm). Los resultados obtenidos en diez semanas de experimentación mostraron respuesta ($P < 0.05$) en porcentaje de postura (86.4, 92.2 y 89.6), peso del huevo (63.4, 63.4 y 64.1 g) consumo/ave/día (111.4, 111.9 y 113.4 g), conversión alimentaria (2.09, 1.95 y 2.03), de microfracturas (20.8, 14.9 y 12.9), de huevos rotos (2.6, 2.1 y 0.6), longitud de vellosidades (1.15, 1.22 y 1.32 mm) y ancho de vellosidades (0.467, 0.500 y 0.532 mm) a la adición de butirato. Los resultados indican el efecto benéfico del butirato en gallinas ponedoras en el último tercio de su primer ciclo de producción. De la información obtenida en el presente estudio se concluye que el butirato de sodio en dietas a 500 ppm para gallinas Bovans, de 63 semanas de edad, mejora el comportamiento productivo, la calidad del cascarón y la integridad de las vellosidades intestinales.

Sánchez et al (2011) realizaron un experimento con 470 gallinas de la estirpe ISA-Babcock B380 de 32 semanas de edad, alojadas en pisos con cama de paja de trigo, para estudiar la sustitución del antibiótico promotor de crecimiento (bacitracina cinc 30 ppm) por butirato de sodio (300 g/ton) en la dieta. Los resultados obtenidos en 24 semanas de experimentación fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos, en: porcentaje de postura (92.6 y 91.9%), peso del huevo (63.0 y 62.9 g), masa del huevo/ ave/día (58.4 y 57.7 g), consumo/ave/día (123.6 y 124.3 g), conversión alimenticia (2.11 y 2.15), calidad de la albúmina del huevo (82.9 y 83 Unidades Haugh), color de la yema con el abanico DSM (10.3 y 9.9), grosor de cascarón (0.392 y 0.394 mm) y peso del cascarón (6.26 y 8.03 g). De acuerdo con la información obtenida en 24 semanas de experimentación, con gallinas de 32 semanas de edad, la adición de butirato de sodio en el alimento, como sustituto del promotor de crecimiento (bacitracina cinc), fue similar en el comportamiento productivo y la calidad del huevo.

Galfi (2009) con cerdos que pesaron entre 7 a 102 kg fueron alimentados con una dieta que contenía 0,17% n-butirato sódico. La dieta aumentó la ganancia diaria de los cerdos en un 23,5%. Debido a su efecto dietético, el consumo de alimento se incrementó en un 8,9%. La conversión se redujo en un 11,8%. La dieta experimental disminuyó el recuento de coliformes y provocó un aumento de los recuentos de *Lactobacillus* spp. La dieta aumentó la longitud de las vellosidades ileales y la profundidad de las criptas cecales. Se elevó la concentración de insulina en el plasma sanguíneo. Redujo los costos de alimentación en un 9% y un aumento de la rentabilidad. Ya que este aditivo lo producen normalmente las bacterias en el intestino grueso y no es ajeno al cuerpo. El butirato sódico ejerce su efecto favorable en concentraciones entre 3,6 y 24,2 veces más bajas que otros ácidos orgánicos (ácido cítrico, ácido fumárico, ácido propiónico) utilizados en alimentación animal.

Guillateau et al (2004) suplementaron butirato de sodio en reemplazantes de leche de terneros. Sus resultados reportan un incremento de la actividad de la tripsina (106 con el butirato vs 77 de la dieta control), aumento de la secreción pancreática, aumento de la digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno, mejora en el ritmo de conversión alimenticia, mejor peso vivo al destete.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

a) Localización espacial

El experimento se realizó en un módulo de crianza de cuyes en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. Este distrito está ubicado a una distancia de 4 km de la ciudad de Arequipa a 2,363 msnm, entre los 16°25'04" de latitud sur y 71°30'48" de latitud oeste. Limita por el norte y noroeste con el distrito de Arequipa, con el este con el distrito de Paucarpara, por el sureste con los distritos de Sabandia y Characato y con el suroeste y oeste con los distritos de Socabaya y Jacobo Hunter..

- Temperatura anual: 13,1 °C, Mínima (invierno): 2,4 °C y Máxima (verano): 23,4 °C
- Precipitaciones: se registran generalmente en la época de verano con intensidad variada (194 mm)
- Humedad: la falta de humedad (30 a 40%) en el ambiente acrecenta el calor y el asolamiento, dicho fenómeno es producto de la carencia de vegetación como elemento regulador.
- Vientos: se desplazan en sentido noreste en el día, a una velocidad de 13km/h y con el sentido inverso en el transcurrir de la noche.

Fuente: Senahami , 2013

b) Localización temporal

El ensayo experimental y el procesamiento de información se realizaron entre los meses de abril y junio del 2016

3.1.2. Material biológico

Para la ejecución del experimento se utilizaron cuyes machos en crecimiento del tipo 1.

3.1.3. Insumos experimentales

- Butirato de sodio al 30% (protegido)
- Butirato de sodio al 70% (40% libre y 30% protegido)

3.1.4. Materiales y equipos de campo y de escritorio

a) Materiales y equipos de Campo

- Cama (cáscara de arroz)
- Comederos
- Bebederos
- Desinfectante
- Balanza de precisión
- Mochila fumigadora

b) Materiales y equipos de Escritorio

- Computadora
- Calculadora
- Fichas de campo

3.1.5 Instalaciones

Se usaron pozas de malla metálica (1.5x1x0.50 metros), a las que se les colocó cáscara de arroz de 3cm de espesor aproximadamente, permitiendo así la protección de los cuyes, como también que no haya un exceso de humedad en las pozas.

El ambiente usado presentó buena iluminación y adecuada ventilación. Asimismo, contó con un espacio amplio que facilitó el manejo, la distribución de alimento y la limpieza permanente.

3.2 Métodos

3.2.1 Muestreo

a) Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra fue de 50 cuyes machos en crecimiento, con un peso promedio de 348.60 ± 71.35 gramos.

b). Procedimientos de muestreo

Los animales fueron seleccionados buscando uniformidad en conformación y tipo. Asimismo estaban aparentemente sanos a la inspección visual.

3.2.2 Formación de unidades experimentales de estudio

Las unidades experimentales lo constituyeron cada uno de los cuyes en estudio. Los 50 cuyes seleccionados fueron distribuidos en 5 grupos de 10 animales cada uno, de modo que el peso promedio por grupo fue muy similar

3.2.3 Tratamientos

Las ración base fue formulada de acuerdo a los valores nutricionales disponibles para la especie y considerando el uso de alfalfa fresca, en un plan de alimentación con 50% de este forraje y 50% de una mezcla de insumos concentrados (en base harina de maíz, afrecho, torta de soya, harina integral de soya y harina de pescado). Los tratamientos experimentales sólo incluían el butirato de sodio en la dosis correspondiente a lo indicado en el esquema de tratamientos.

Tabla N° 1
Esquema de los tratamientos experimentales

Tratamientos	N° de cuyes	Nivel de butirato de sodio	Forma del butirato de sodio
T1	10	0 ppm	
T2	10	300 ppm	100 % protegido
T3	10	450 ppm	100 % protegido
T4	10	300 ppm	57% libre y 43% protegido
T5	10	450 ppm	57% libre y 43% protegido

Tabla N° 2
Composición de las raciones experimentales

INSUMOS	T1	T2	T3	T4	T5
Harina fina de maíz puro	48,0	48,0	48,0	48,0	48,0
Subproducto de trigo	25,0	24,9	24,9	25,0	24,9
Torta de girasol	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Melaza	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Aceite vegetal refinado	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Harina Integral soya Heis	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Torta de soya Crisol	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
Phosbic	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Carbonato de calcio	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal común	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cloruro de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Lisina	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Prime EQH 101	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Quantum Blue	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Mycoad AZ	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Actigen	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Procreatin 7	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato al 30% (protegido)	0,000	0,100	0,150		
Butirato al 70% (43% protegido)	0,000			0,043	0,065
TOTAL	100	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 3

Valor nutritivo del alimento balanceado base (en base seca)

NUTRIENTES	Valores
Materia seca (%)	89
Energía digestible (Kcal/kg)	3527
Proteína total (%)	19.55
Fibra cruda (%)	5.18
Fibra Deter. Neutro (%)	15.14
Grasa total (%)	5.52
Carbohidratos (%)	62.70
Cenizas (%)	5.74
Calcio (%)	0.572
Fósforo (%)	0.82
Sodio (%)	0.256
Metionina + cistina (%)	1.12
Lisina (%)	1.18
Treonina (%)	0.71
Triptófano (%)	0.28

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Métodos de evaluación

a) Metodología de la experimentación.

Los cinco tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente entre los grupos experimentales, de modo que se contó con una poza de 10 cuyes para cada tratamiento, los que fueron evaluados por un periodo de 5 semanas.

Considerando el peso de los animales al inicio de cada semana y en base al porcentaje del peso vivo esperado de consumo (Obando, 2010) se estableció la cantidad de alimento que se proporcionó.

Cada mañana y antes de ofrecer nuevo alimento a los animales, se procedió a cuantificar el alimento sobrante del día anterior haciendo

uso de una balanza digital. Igualmente el alimento suministrado se pesó y anotó en las fichas diseñadas para este fin.

La identificación de los animales se efectuó usando aretes de plástico, previamente numerados.

Los cuyes fueron pesados semanalmente antes de proporcionarles su alimento respectivo y la información se registró en las fichas diseñadas para este experimento.

b) Recopilación de la información

- En el campo.
La información fue tomada directamente con la evaluación de los cuyes experimentales. Asimismo, se tomó el precio de mercado de los alimentos usados
- En la biblioteca.
 - ✓ Libros relacionados al tema.
 - ✓ Revistas científicas especializadas.
- En otros ambientes generadores de la información científica.
 - ✓ Internet páginas Web relacionadas al tema.
 - ✓ Intercambio de información con profesionales de campo.
 - ✓ Eventos científicos relacionados nacionales e internacionales.

3.2.5 Variables de respuesta

- a). Variables independientes
 - Raciones experimentales

b). Variables dependientes

- Consumo de alimentos
- Ganancia diaria de peso vivo
- Conversión Alimenticia.
- Mérito económico

3.3 Evaluación estadística

3.3.1 Unidades experimentales

Las unidades experimentales son cada uno de los cuyes del experimento

3.3.2 Análisis estadísticos

Diseño completamente al azar (DCA) con cinco tratamientos (raciones experimentales) y diez repeticiones.

<u>FUENTE DE VARIACIÓN</u>	<u>GL</u>
Tratamientos	4
Error experimental	45
Total	49

El modelo estadístico seguido es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

i= Número de tratamientos

j= Número de repeticiones

u = Efecto de la media general del experimento

T_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo de alimentos

En el cuadro N° 1 y en el gráfico N° 1a se muestra el consumo de alimentos en forma fresca (alfalfa y balanceados) y en forma de materia seca (en el gráfico N° 1b), de los cuyes alimentados con los diferentes tratamientos experimentales.

Cuadro N° 1

Consumo de alimentos frescos y de materia seca con los diferentes tratamientos experimentales

Tratamientos	Butirato de sodio		Consumo de alimentos (gr/cuy/día)		
	Cantidad (ppm)	Presentación	Alfalfa fresca	Balanceado	Materia seca
T1	0		124,82	33,05	60,95
T2	300	100% Protegido	126,65	33,69	61,98
T3	450	100% Protegido	123,87	33,07	60,73
T4	300	43% Protegido	115,22	30,17	55,96
T5	450	43% Protegido	122,83	32,14	59,63

El consumo diario de alfalfa varió entre 115.22 hasta 126.65 gramos por cuy. Como se aprecia, los consumos de este forraje fueron bastante similares, sin embargo, con el tratamiento T4, se registró un menor consumo (8% menos comparado al tratamiento testigo). En forma similar, los consumos de alimentos balanceados varió poco, de 30.17 a 33.69 gramos. Al igual que con la alfalfa, el mayor consumo fue para el tratamiento T2 y el menor consumo para el tratamientos T4 (9% menos comparado al tratamiento testigo).

Gráfico Nº 1a

Consumo de alimentos frescos con los diferentes tratamientos experimentales

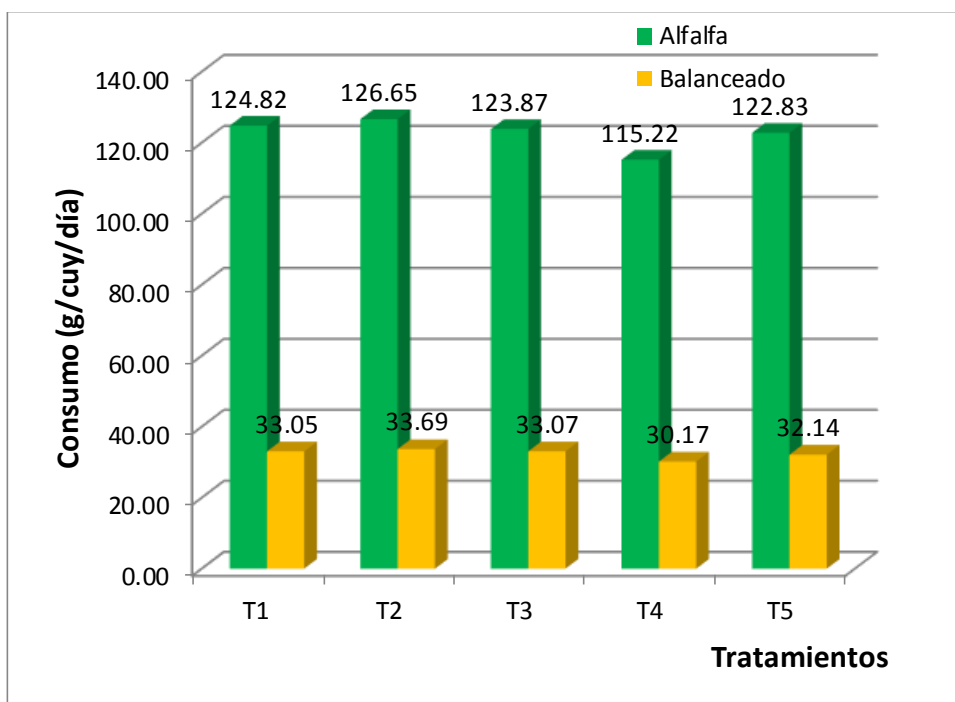
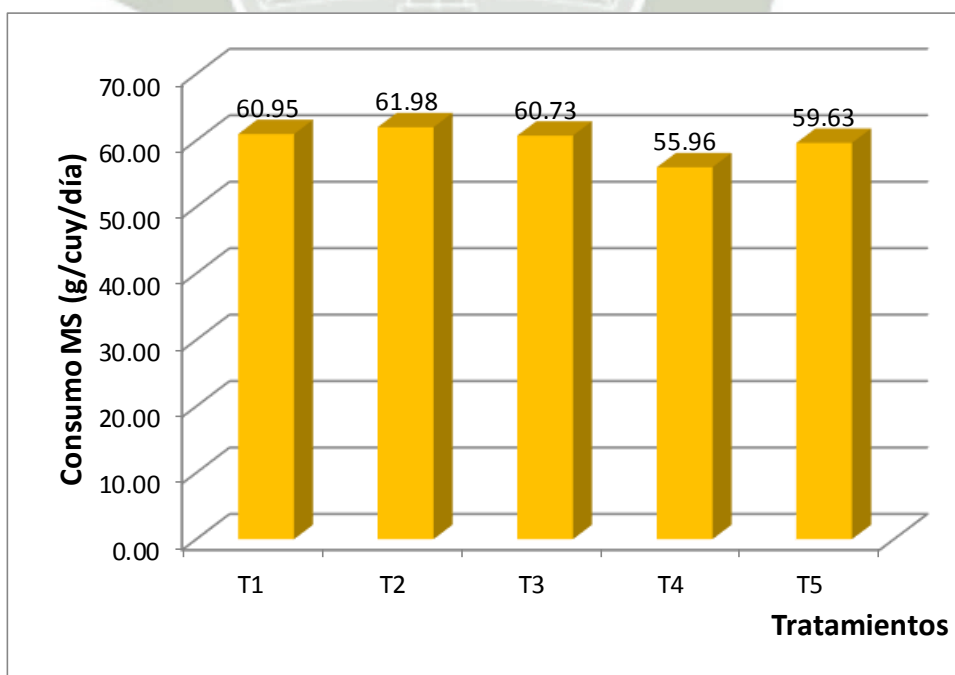


Gráfico Nº 1b

Consumo de materia seca con los diferentes tratamientos experimentales



De la misma forma, el consumo diario de materia seca fue mayor con el tratamiento T2 (con 61.98 gramos por cuy) frente al tratamiento testigo (con 60.95 gramos), observándose un mayor consumo, en apenas 2%. Los menores consumos fueron para los tratamientos T4 y T5 (con consumos de 55.96 gramos y 59.63 gramos por cuy, respectivamente) los consumos fueron 8% y 2% menores en comparación al tratamiento testigo.

Si relacionamos el consumo con el tipo de butirato de sodio usado, se puede apreciar un menor consumo cuando la forma de butirato de sodio fue mixto (57% en forma libre y 43% en forma protegida) en comparación a la presentación de 100% protegida. En promedio, tomado en cuenta el tipo de butirato usado, el consumo es menor en casi 6% en la forma 100% protegida.

Hidalgo (1995) reporta que los cuyes en crecimiento consumen hasta 30 gramos de concentrados cuando se les da como complemento de los forrajes. Por su parte, Aliaga (1996) publica para cuyes en crecimiento consumos de hasta 28 gr por animal. Estos reportes son similares a los observados en el presente experimento, aspecto que demostraría que el uso de butirato de sodio no afecta el consumo voluntario de alimentos.

Rivas (1995) reportó consumos promedios de materia seca de 50 gramos al alimentar a los cuyes con raciones en base a chala de maíz más un suplemento balanceado. Asimismo, Cerna (1997) reportó consumos promedios de materia seca de 50 gramos en cuyes alimentados con raciones con diferentes niveles de residuos de cervecería deshidratados. El promedio de consumo de materia seca en el presente experimento fue de 59.85 gramos diarios por cuy. Este promedio es bastante superior a los publicados por Rivas (1995) y Cerna (1997), pero pueden haber intervenido factores como la edad, genética, ambiente de crianza o calidad de las raciones.

Gáfie (2011) asegura que con el uso del butirato se aumenta, de manera significativa, el consumo de pienso y reduce el pH en el tracto gastrointestinal, además actúa en contra de las bacterias perjudiciales y estimula el crecimiento del animal. En este experimento, no se ha encontrado un aumento en el consumo de los alimentos como efecto al uso de butirato. Con la presentación de este ácido en forma 100% protegido los consumos de alimento no variaron, pero con el uso en forma mixta (parcialmente protegido), el consumo, más bien, tiende a ser menor en comparación al tratamiento testigo.

4.2 Peso vivo

En el cuadro N° 2 y en el gráfico N° 2 se puede observar la variación del peso vivo de los animales alimentados con las diferentes raciones experimentales durante las cinco semanas de experimentación.

Cuadro N° 2

Variación promedio de los pesos vivos con las diferentes raciones experimentales

Tratamientos	Butirato de sodio		Fase de la experimentación					
	Cantidad	Presentación	Peso inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Peso final
T1	0		349,9	447,9	523,9	619,9	729,3	825,8
T2	300	100% Protegido	347,3	447,3	535,4	628,4	740,7	836,1
T3	450	100% Protegido	348,8	448,8	542,0	636,2	742,7	847,2
T4	300	43% Protegido	348,1	438,1	501,2	593,0	704,1	791,7
T5	450	43% Protegido	348,9	429,9	501,6	579,2	694,6	787,9

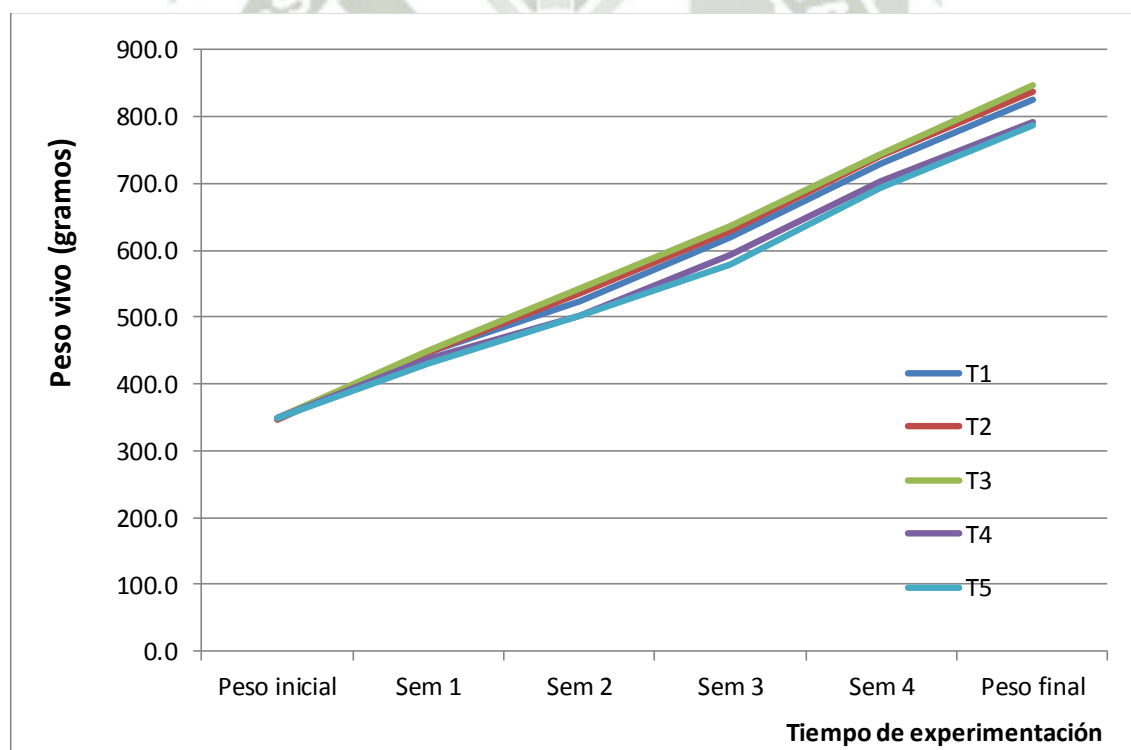
Al analizar el gráfico N° 2, se puede apreciar que los cuyes iniciaron con un peso vivo muy similar (348 gramos en promedio), pero, durante todo el

experimento, los pesos promedios de los cuyes del tratamiento T3 superaron al peso del resto de tratamientos. Con el tratamiento T3 se usó butirato de sodio 100% protegido en niveles de 450 ppm.

Con el tratamiento T2 (con 300ppm de butirato de sodio, 100% protegido), el comportamiento de los pesos estuvieron ligeramente por debajo de los pesos del tratamiento T3. Asimismo, el comportamiento de los pesos de los cuyes alimentados con la ración testigo, estuvieron también ligeramente por debajo de los pesos del tratamiento T2 y de los del tratamiento T3.

Gráfico N° 2

Variación promedio de los pesos vivos de los cuyes alimentados con las diferentes raciones experimentales



Un comportamiento bastante menor fue el observado con los pesos de los cuyes de los tratamientos T4 y T5 (con 300 y 450 ppm de butirato de sodio parcialmente protegido). Los promedios de pesos no sólo fueron menores

al tratamientos testigo, sino que fueron peores que los tratamientos que incluían butirato de sodio 100% protegido, en sus dos niveles.

La tendencia de pesos de los cuyes encontrada en la presente investigación a lo largo del experimento, muestra una correlación positiva entre el aumento del peso vivo y la edad de los animales, lo cual es similar a lo referido en diferentes experimentos realizados anteriormente (Gallegos, 1997; Arispe, 1999; Alvarez, 1999; Neira, 1999; Humpire, 2000, Caballero, 2001, Aguilar, 2004, Torres, 2005 y Peraltilla, 2008, Montesinos, 2011).

Los mejores pesos alcanzados con las tratamientos en los que se incluyó butirato de sodio 100% protegido estaría explicado porque con este ácido se tiene una fuente de energía para los enterocitos, que es esencial para la salud de la mucosa intestinal (Isolauri et al., 2003), y también se ha mostrado eficaz en el control de Salmonella spp. (Van Immerseel et al., 2004a; 2004b).

4.3 Ganancia de peso vivo

En el cuadro Nº 3 y en el gráfico Nº 3 se aprecian las ganancias diarias promedio de peso vivo de los cuyes alimentados con las diferentes raciones experimentales en las cinco semanas de experimentación.

Como se aprecia en los resultados, las mejores ganancias diarias correspondieron a los cuyes alimentados con los tratamientos T2 y T3, en los que se incluyó butirato de sodio 100% protegido, en niveles de 300 ppm y 450 ppm, respectivamente. Las ganancias fueron de 2.7 y 4.7% mayores con dichos tratamientos en comparación a la ganancia promedio de los cuyes del tratamiento testigo T1.

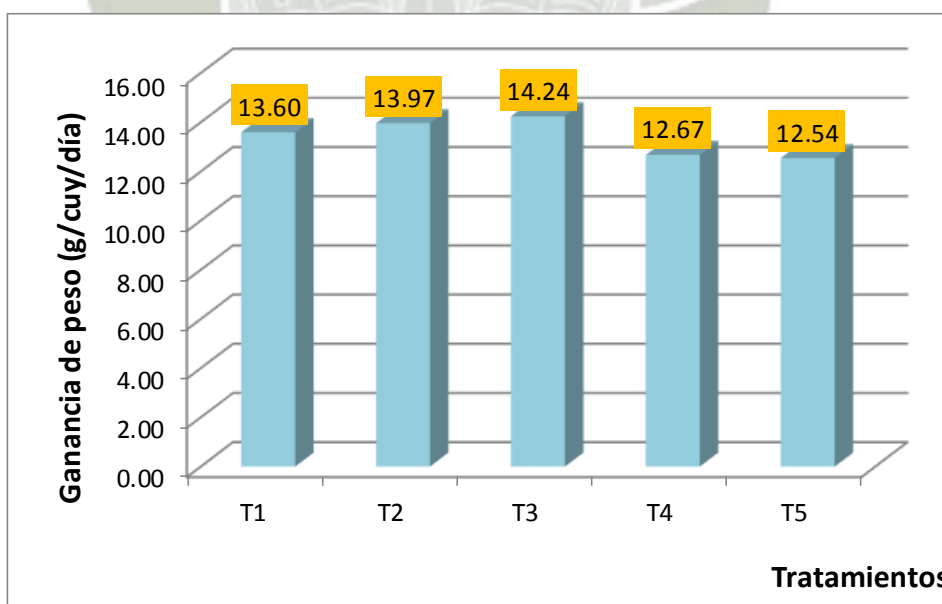
Cuadro N° 3

Ganancia de peso promedio obtenida con las diferentes raciones experimentales

Tratamientos	Butirato de sodio		Tiempo de experimentación	Ganancia de peso vivo (gr/cuy)	
	Cantidad	Presentación		Total	Diario
T1	0		35	475,90	13,60 ^a
T2	300	100% Protegido	35	488,80	13,97 ^a
T3	450	100% Protegido	35	498,40	14,24 ^a
T4	300	43% Protegido	35	443,60	12,67 ^a
T5	450	43% Protegido	35	439,00	12,54 ^a

Gráfico N° 3

Promedio de ganancia diaria de los cuyes con las diferentes raciones experimentales



Las peores ganancias fueron para los cuyes alimentados con el butirato de sodio parcialmente protegido (57% libre y 43% protegido) que fue incluido en los tratamientos T4 y T5, con 300 ppm y 450 ppm, respectivamente. En promedio las ganancias de dichos tratamientos fueron 6.8 y 7.8% menores en comparación a la ganancia promedio del tratamiento testigo.

Al análisis estadístico, no obstante, las diferencias encontradas no fueron significativas ($p < 0.05$). Las ganancias encontradas están en el espectro reportado en diferentes investigaciones para cuyes en crecimiento. Así, Saravia (1994) reportó ganancias diarias de peso promedios de 14 gramos, Rivas (1995) reportó ganancias diarias promedio de 11.6 gramos; Cerna (1997) reportó ganancias diarias promedio de 15.9 gramos. Asimismo, Humpire (2000) reportó ganancias de hasta 16.25 gr y Caballero (2001) publicó ganancias de hasta 14.40 gr.

Según se aprecia en los resultados, el cuy ha respondido eficientemente cuando se le ofreció el butirato de sodio 100% protegido, especialmente en dosis de 450 ppm. Gálfie (2011) indica que este ácido orgánico juega un rol importante en la regulación del crecimiento celular, promueve la proliferación lenta de células así como la actividad de las enzimas del ribete en cepillo. Este hecho explicaría el efecto positivo del butirato usado en los cuyes, pero en los niveles de 300 y 450 ppm y en la forma 100% protegida.

Vallejos (2014) evaluó la suplementación de butirato de sodio en la dieta de cuyes en engorde. Este autor encontró un efecto positivo sobre desarrollo intestinal, apoyándose en vellosidades más largas y criptas menos profundas, siendo demostrada una mejor respuesta con la dosificación de 300 ppm. Bajo estas circunstancias, la digestión y absorción de nutrientes mejoraría en los cuyes alimentados con el butirato

de sodio y por lo tanto, se apreciaría una mejor ganancia, tal como se apreció en los tratamientos T2 y T3.

4.4 Conversiones alimenticias

En el cuadro N° 4 y en el gráfico N° 4 se muestran las conversiones alimenticias calculadas para las diferentes raciones experimentales durante las cinco semanas de experimentación.

Cuadro N° 4
Conversión alimenticia promedio estimada para las diferentes raciones experimentales

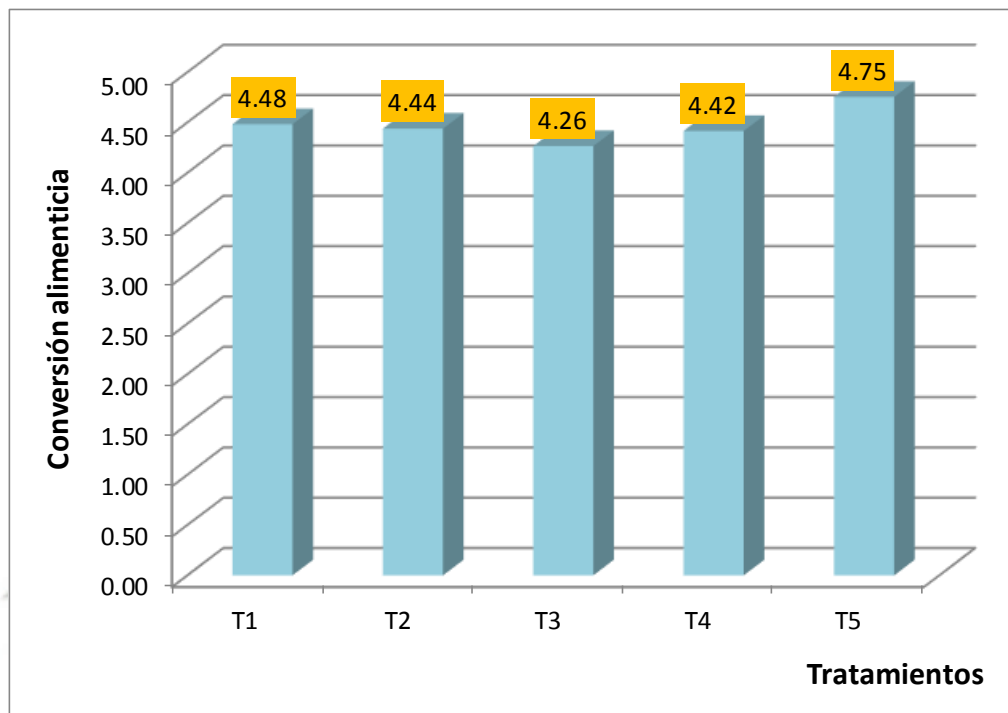
Tratamientos	Butirato de sodio		Consumo de Materia Seca	Ganancia diaria de peso vivo	Conversión Alimenticia
	Cantidad	Presentación			
T1	0		60,95	13,60	4,48 ^a
T2	300	100% Protegido	61,98	13,97	4,44 ^a
T3	450	100% Protegido	60,73	14,24	4,26 ^a
T4	300	43% Protegido	55,96	12,67	4,42 ^a
T5	450	43% Protegido	59,63	12,54	4,75 ^a

La mejor conversión alimenticia se obtuvo con los cuyes alimentados con el tratamiento T3 (con 450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido), quedando en segundo y tercer lugar las conversiones de los tratamientos T4 y T2. Con el tratamiento T3, la conversión alimenticia promedio baja en 5% con relación al testigo, mientras que con los tratamientos T4 y T2, bajan en 2 y 1%, respectivamente.

La peor performance para esta variable se dio con el tratamiento T5, con una conversión mayor en 6% (4.75) en comparación al promedio encontrado con el tratamiento testigo (4.48). A pesar de ello, no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos.

Gráfico N° 4

Promedio de conversiones alimenticias con las diferentes raciones experimentales



Los resultados encontrados en todos los casos, son adecuados si lo comparamos a lo reportado en la literatura. Saravia (1994) encontró conversiones alimenticias entre 2.85 y 4.0; Rivas (1995) reportó conversiones alimenticias desde 3.81 hasta 4.12; Cerna (1997) publicó conversiones alimenticias entre 3,03 hasta 3,26. En investigadores realizadas en la Universidad Católica de Santa María se han reportado conversiones alimenticias similares que van desde 4 hasta 5,6 (Álvarez, 1999; Neira, 1999; Arispe, 1999; Humpire, 2000 y Caballero, 2001, Aguilar, 2004, Torres, 2005, Peraltilla, 2008, Montesinos, 2011).

Galfi (2009) con cerdos que pesaron entre 7 a 102 kg fueron alimentados con una dieta que contenía 0,17% n-butilato sódico. La dieta aumentó la ganancia diaria de los cerdos en un 23,5%. Debido a su efecto dietético, el consumo de alimento se incrementó en un 8,9%. La conversión se redujo en un 11,8%. Salvo por el consumo y, aunque en menores proporciones, se aprecia el mismo comportamiento en cuyes, cuando se usó el butirato de sodio en la presentación 100% protegido.

Guillateau et al (2004) suplementaron butirato de sodio en reemplazantes de leche de terneros, encontrando un aumento de la digestibilidad de la materia seca y del nitrógeno y una mejora en el ritmo de conversión alimenticia y un mejor peso vivo al destete. Aspecto que también coincide con lo encontrado en la presente investigación.

4.5 Mérito económico

En el cuadro N° 5 se muestran los consumos totales de alfalfa y balanceados en los 35 días de experimentación. Asimismo, en base al precio de la alfalfa y de los balanceados (ver anexo N° 18) se calculó los costos de alimentación por cuy, los mismos que fueron estandarizados por kilo de peso vivo ganado (ver también gráfico N° 5).

Como se puede apreciar, las mejores performances fueron para los cuyes alimentados con los tratamientos T3 y T4, en los que se incluyó butirato de sodio en 450 ppm 100% protegido y 300 ppm 43% protegido, respectivamente. Los costos se reducen en 2 y 1%, respectivamente, en comparación al costo obtenido con el tratamiento testigo.

El tratamiento T2 tuvo un 1% de mayor costo con relación al testigo y el tratamiento T5, mostro la peor performance, pues el costo fue 7% mayor en comparación al tratamiento testigo. A pesar de ello, las diferencias encontradas no fueron significativas estadísticamente.

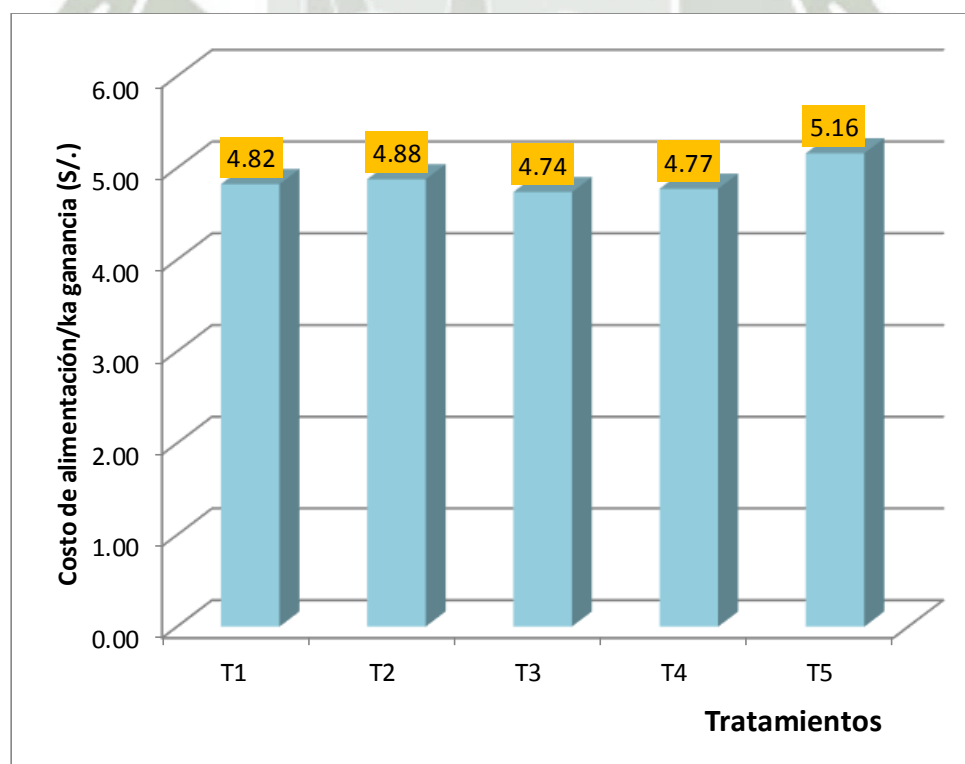
Cuadro N° 5

Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales

Tratamientos	Butirato de sodio		Consumo Total (kg/cuy/periodo)		Costo total (soles/periodo/cuy)	Ganancia total de peso vivo (kg/cuy)	Costo (S./kg de ganancia)
	Cantidad	Presentación	Alfalfa	Balanceado			
T1	0		4,369	1,157	2,30	0,476	4,82 ^a
T2	300	100% Protegido	4,433	1,179	2,38	0,489	4,88 ^a
T3	450	100% Protegido	4,336	1,157	2,36	0,498	4,74 ^a
T4	300	43% Protegido	4,033	1,056	2,12	0,444	4,77 ^a
T5	450	43% Protegido	4,299	1,125	2,27	0,439	5,16 ^a

Gráfico N° 5

Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo, con los diferentes tratamientos experimentales



Galfi (2009) reportó que con el uso de butirato de sodio en cerdos en crecimiento, hubo una disminución del recuento de coliformes y provocó un aumento de los recuentos de *Lactobacillus* spp. La dieta aumentó la longitud de las vellosidades ileales y la profundidad de las criptas cecales. Redujo los costos de alimentación en un 9% y un aumento de la rentabilidad. Aunque en este experimento con cuyes no hubo un efecto tan marcado como en cerdos, si hay una tendencia de reducción de costos.



V CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados con la inclusión de diferentes niveles de butirato de sodio en dos formas de presentación, se llega a las siguientes conclusiones:

1. El consumo promedio diario de alimentos/cuy fue: de 124.82, 126.65, 123.87, 115.22 y 122.83 gramos para la alfalfa verde, de 33.05, 33.69, 33.07, 30.17 y 32.14 gramos para el alimento balanceado y, de 60.95, 61.98, 60.73, 55.96 y 59.63 gramos para la materia seca, con los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, correspondientes a niveles de 0, 300 ppm de butirato de sodio 100% protegido, 450 ppm de butirato de sodio 100% protegido, 300 ppm de butirato de sodio 57% libre y 47% protegido y 450 ppm de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido, respectivamente. El consumo de alimentos, en general, es menor cuando se usó butirato de sodio 57% libre y 43% protegido, en comparación al testigo y a la presentación 100% protegido.
2. Las ganancias diarias promedio por cuy fueron de 13.60, 13.97, 14.24, 12.97 y 12.54 gramos para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Con el uso de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido las ganancias fueron menores en comparación al testigo y a la presentación 100% protegido. No obstante al análisis estadístico no hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos.
3. Las conversiones alimenticias diarias fueron de 4.48, 4.44, 4.26, 4.42 y 4.75 para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Con el nivel de 450 ppm de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido, se encontró la peor conversión alimenticia. Sin embargo al análisis estadístico no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.
4. Los costos de alimentación por kilo de ganancia, como indicador del mérito económico, fueron en promedio de: 4.82, 4.88, 4.74, 4.77 y 5.16 soles para

los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. No se aprecian diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Aunque con el tratamiento T5 (450 ppm de butirato de sodio 57% libre y 43% protegido) los costos se incrementan en 7%.



VI RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se sugiere lo siguiente:

1. Usar butirato de sodio en raciones de cuyes en crecimiento en niveles de 450 ppm, pero en la presentación 100% protegida.
2. Evaluar el uso de butirato de sodio en cobayas gestantes y lactantes.
3. Comparar la eficacia del butirato de sodio versus otros acidificantes.



VII BIBLIOGRAFIA

1. **Aguilar G, Bustamante J, Bazán V, Falcón N.** 2011. Diagnóstico situacional de la crianza de cuyes en una zona de Cajamarca. Rev investig vet Perú 22(1): 09-14.
2. **Amores R, Calvo A, Maestre JR, Martínez-Hernandez D.** 2004. Probióticos. Rev Esp Quimioterap 17(2): 131-139
3. **Bustamante J.** 1997. Producción de cuyes. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 259 p.
4. **Catuogno MS, Montenegro MA, Sánchez N M.** 2006. Disminución del desarrollo de focos de criptas displásicas en el colon de ratas suplementadas con ácido butírico. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006. Resumen: V-009.
5. **Carro MD, Ranilla MJ.** 2002. Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. [Internet], [22 de enero de 2014]. Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.htm
6. **Chauca L.** 1993. Experiencias de Perú en la producción de cuyes (*Cavia porcellus*). IV Symposium de especies animales subutilizadas, Libro de conferencias, UNELLEZ- AVPA, Barinas, Venezuela. 127 p.
7. **Chauca L.** 1997. Producción de Cuyes. FAO Revista Producción y Sanidad. [Internet], [03 de octubre 2013]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>
8. **Chauca L.** 1995. Fisiología digestiva: Crianza de cuyes. Lima: INIA. Serie Guía Didáctica. p 13-16.

9. **Chauca, L.** 2013. Manejo de Reproductoras en la crianza de cuyes. Instituto de Innovación Agraria – Perulactea. Curso a distancia. www.perulactea.com
10. **Colín A L, Morales B E, Avila G E.** 1994. Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Vet. Méx.*, 25(2): 141.
11. **Cortés A, Ávila E, Casaubon MT, Carrillo S.** 2000. El efecto de *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. *Vet Mex* 31(4): 301-308.
12. **De Blas C, Mateos GG, Rebollar PG.** 2003. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2ª ed.). Madrid, España. 423 pp
13. **Galfi P.J.** 2009. Uso de butirato de sodio en cerdos sobre su comportamiento productivo y el desarrollo intestinal. Departamento de Fisiología, Universidad de Ciencias Veterinarias, Budapest, Hungría.
14. **Gálfi P.J.** 2011. Prevención de enfermedades infecciosas en avicultura por medio de aditivos. NOREL Animal Nutrition. Boletín técnico N° 3. Budapest, Hungría
15. **Gómez BC, Vergara V.** 1993. Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares. INIA-EELM-EEBI: 38-50
16. **Gonzáles M HM.** 2009. Evaluación de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como prebiótico en dietas de pavos de engorde. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 81 p
17. **Guillateau P., Rome V., Le Normand L., Savary G. and Zabielski R.** 2004. Supplementation of butyrate included in calf milk replacer. *Journal of Animal Feed Science.* Poland.

18. **Gutiérrez V CA.** 1998. Los ácidos grasos de cadena corta en un centro de investigaciones en Norteamérica. *Revista AMMVEPE*, 9(1): 09-12.
19. **Hirakawa H.** 2001. Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Rev* (32) 2: 150-152
20. **Holtenius K, Bjornhag G.** 1985. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comp Biochem Physiol*, 82 (3): 537-542.
21. **Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria.** 2011. Investigación en cuyes. [Internet], [08 de Octubre 2013]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/cuyes/resumen.htm>
22. **Isolauri E., Salminen S., Ouwenhand A. C.** 2003. Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 18: 299-313.
23. **Kotunia A., Wolinski J., Laubitz D., Jurkowska M., Romé D., Guilloteau P., Zabielski R.** 2004. Effect of sodium butyrate on the small intestine development in neonatal piglets feed by artificial sow. *Journal of physiology and pharmacology. Supplements*, 55(2):59-68.
24. **Lan Y, Verstegen M WA, Tamminga S, Williams B A.** 2005. The role of the commensal gut microbial community in broiler chickens. *World's poultry science journal*, 61(01): 95-104.
25. **Mateos P.** 2009. Ácidos orgánicos. [Internet], [31 de Marzo 2014]. Disponible en: <http://nostoc.usal.es/sefir/MI/tema22MI.html>
26. **Martínez C MA.** 2011. Manteniendo la salud intestinal en la avicultura. [Internet], [14 de octubre, 2013]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articulos/1980/manteniendo-la-salud-intestinal-en-la-avicultura>

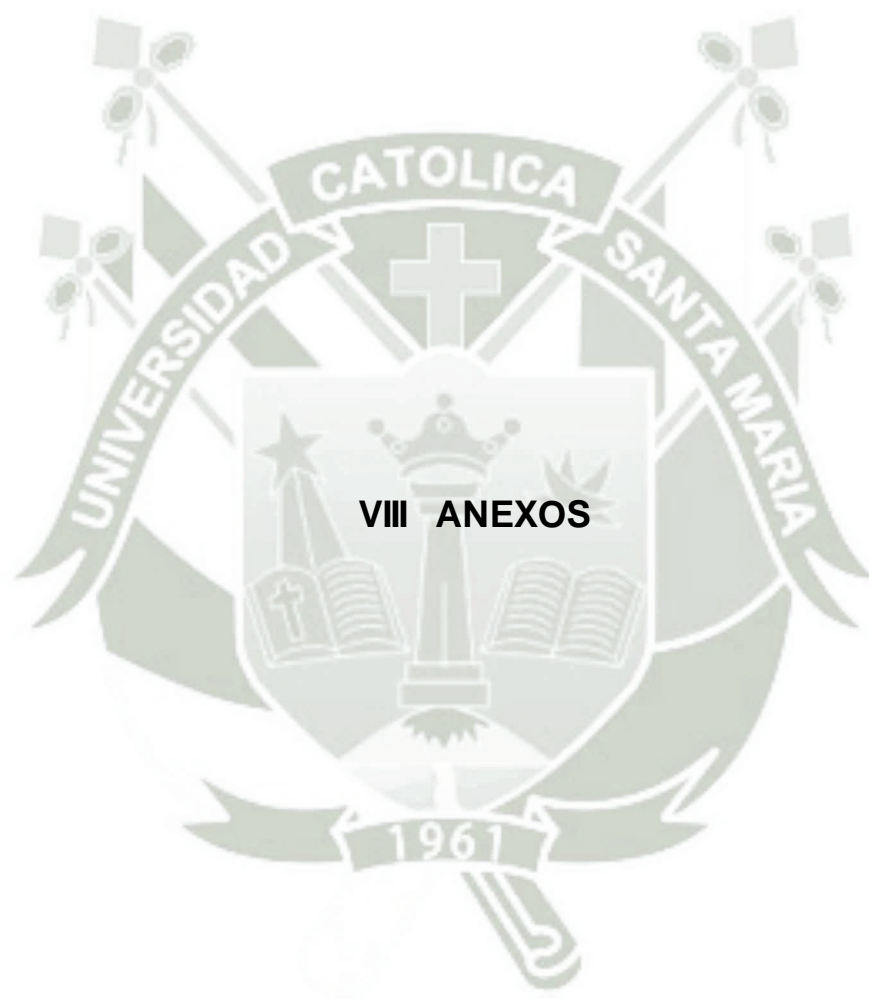
27. **Marzo I, Costa-Baltlori P, Urdí L.** 2001. Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: Aditivos y alternativas al uso de antibióticos (Argent Export). [Internet], [4 de Octubre 2013]. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-cunicultura/articulos/nuevas-estrategias-alimentacion-conejo-t371/141-p0.htm>
28. **Ministerio de Agricultura (MINAG).** 2008. Cuy. [Internet], [03 de octubre 2013]. Disponible en: <http://www.minag.gob.pe/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion-de-cuyes.html>
29. **Obando, A.** 2010. Producción ecológica de cuyes. Escuela de Postgrado de la Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú.
30. **Ortiz M P.** 2004. Utilización de alternativas naturales a los antibióticos promotores del crecimiento en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos broilers. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Valparaíso: Univ. Católica de Valparaíso. 107 p
31. **Roth FX.** 2000. Ácidos orgánicos en nutrición porcina: eficacia y modo de acción. En: Avances en nutrición y alimentación animal: XVI Curso de especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). pp. 169-181.
32. **Sánchez H. I., Posadas H. E., Sánchez R. E., Fuente M. B. Hernández E. J., Laparra V.J. y González, A.** 2009. Efecto del butirato de sodio en dietas para gallinas sobre el comportamiento productivo, calidad del huevo y vellosidades intestinales. Vet. Méx vol.40 no.4 México.
33. **Sánchez H. I., Posadas H. E., Sánchez R. E., Fuente M. B. Hernández E. J., Laparra V.J. y González, A.** 2011. Efecto del butirato de sodio sobre algunos parámetros productivos de gallinas de postura en semilibertad. Vet. Méx vol.42 no.3 México

34. **Sánchez HI, Posadas HE, Sánchez RE, Fuente MB, Laparra V JL, Ávila GE.** 2011. Efecto de butirato de sodio sobre algunos parámetros productivos de gallinas de postura en semilibertad. *Vet. Méx.*, 42 (3).
35. **Santomá G, Pérez de Ayala P, Guitierrez del Alamo A.** 2006. Producción de broilers sin antibióticos promotores de crecimientos actuales. LIII Symposium Científico de Avicultura., Barcelona, España.
36. **Smith C HM, Soto-Salanova M, Flores A, Huurne T.** 1999. Modulación a través de la dieta del confort intestinal de los pollitos. En: XV Curso de Especialización Avances en nutrición y alimentación animal FEDNA (Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal). Madrid España: 83-112.
37. **Snipes R.** 1982. Anatomy of the guinea pig cecum. *Anat Embryol.* 165: 97-111.
38. **Soares L.** 1996. Restrições e Uso de Aditivos (Promotores de crescimento) em Raças de Aves. En: Conferência de Ciência e Tecnologia – Apinco: 27-36.
39. **Soraci AL, Amanto F, Harkes R, Pérez DS, Martínez G, Dieguez SN, Tapia MO.** 2010. Uso estratégico de aditivos: Impacto sobre el equilibrio y salud gastrointestinal del lechón. *Analecta Vet* 30(1): 42-53.
40. **Tellez G, Higgins SE, Donoghue AM, Hargis BM.** 2006. Digestive physiology and the role of microorganisms. *J. Appl. Poult. Res.*, 15: 136-144
41. **Vallejos, P. D.A.** 2014. Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de lieberkühn. Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Mayor de San Marcos. Lima – Perú. 87 p.
42. **Van Immerseel F, De Buck J, Pasmans F, Huyghebaert G, Haesebrouck F, Ducatelle R.** 2004a. *Clostridium perfringens* in poultry:

an emerging threat for animal and public health. *Avian Pathology*, 33(6): 537-549

43. **Van Immerseel F, Fievez V, De Buck J, Pasmans F, Martel A, Haesebrouck F, Ducatelle R.** 2004b. Microencapsulated short-chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. *Poultry Science*, 83(1), 69-





Anexo Nº 1

Control de consumo y sobrante de alimentos

TRATAMIENTO

DÍA	Cantidad de cuyes	Alimento proporcionado (gramos)		Alimento residual (gramos)	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Anexo Nº 2

Ficha de control de peso vivo de los cuyes

TRATAMIENTO

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Promedio						

Anexo Nº 3
Control de consumo de alimentos para el tratamiento T1 (Testigo) con diez
cuyes experimentales

DÍA	Nº de cuyes	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
Gramos de alimento/grupo							
1	10	1065	296	10	15	1055	281
2	10	1065	296	2	20	1063	276
3	10	1065	296	0	10	1065	286
4	10	1065	296	0	8	1065	288
5	10	1065	296	0	5	1065	291
6	10	1065	296	0	12	1065	284
7	10	1120	312	0	27	1120	285
8	10	1120	312	0	31	1120	281
9	10	1120	312	0	12	1120	300
10	10	1120	312	0	32	1120	280
11	10	1120	312	22	33	1098	279
12	10	1120	312	25	38	1095	274
13	10	1120	312	10	22	1110	290
14	10	1176	327	8	28	1168	299
15	10	1176	327	6	23	1170	304
16	10	1176	327	12	25	1164	302
17	10	1176	327	8	20	1168	307
18	10	1176	327	6	15	1170	312
19	10	1176	327	0	10	1176	317
20	10	1302	362	5	13	1297	349
21	10	1302	362	12	22	1290	340
22	10	1364	379	8	14	1356	365
23	10	1364	379	7	18	1357	361
24	10	1364	379	3	16	1361	363
25	10	1364	379	5	12	1359	367
26	10	1459	405	5	22	1454	383
27	10	1459	405	7	14	1452	391
28	10	1459	405	12	18	1447	387
29	10	1459	405	14	15	1445	390
30	10	1459	405	11	19	1448	386
31	10	1459	405	10	16	1449	389
32	10	1459	405	12	18	1447	387
33	10	1459	405	9	12	1450	393
34	10	1459	405	10	15	1449	390
35	10	1459	405	11	13	1448	392

Anexo Nº 4

Control de consumo de alimentos para el tratamiento T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido) con diez cuyes experimentales

DÍA	Nº de cuyes	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
		Gramos de alimento/grupo					
1	10	1060	295	5	7	1055	288
2	10	1060	295	0	12	1060	283
3	10	1060	295	2	13	1058	282
4	10	1060	295	0	21	1060	274
5	10	1060	295	0	10	1060	285
6	10	1060	295	2	8	1058	287
7	10	1116	310	0	14	1116	296
8	10	1116	310	0	30	1116	280
9	10	1116	310	0	22	1116	288
10	10	1116	310	0	23	1116	287
11	10	1116	310	17	20	1099	290
12	10	1116	310	25	31	1091	279
13	10	1116	310	10	19	1106	291
14	10	1215	337	0	15	1215	322
15	10	1215	337	5	13	1210	324
16	10	1215	337	0	16	1215	321
17	10	1215	337	0	13	1215	324
18	10	1215	337	4	5	1211	332
19	10	1215	337	2	5	1213	332
20	10	1326	368	4	11	1322	357
21	10	1326	368	6	24	1320	344
22	10	1390	386	7	18	1383	368
23	10	1390	386	4	14	1386	372
24	10	1390	386	5	17	1385	369
25	10	1390	386	4	22	1386	364
26	10	1481	412	3	11	1478	401
27	10	1481	412	0	14	1481	398
28	10	1481	412	5	12	1476	400
29	10	1481	412	3	16	1478	396
30	10	1481	412	7	18	1474	394
31	10	1481	412	5	22	1476	390
32	10	1481	412	8	19	1473	393
33	10	1481	412	8	17	1473	395
34	10	1481	412	6	21	1475	391
35	10	1481	412	9	18	1472	394

Anexo Nº 5

Control de consumo de alimentos para el tratamiento T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido) con diez cuyes experimentales

DÍA	Nº de cuyes	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
Gramos de alimento/grupo							
1	10	1035	287	5	12	1030	275
2	10	1035	287	0	11	1035	276
3	10	1035	287	0	15	1035	272
4	10	1035	287	12	20	1023	267
5	10	1035	287	0	10	1035	277
6	10	1035	287	11	5	1024	282
7	10	1090	303	0	8	1090	295
8	10	1090	303	0	3	1090	300
9	10	1090	303	0	12	1090	291
10	10	1090	303	0	25	1090	278
11	10	1090	303	16	22	1074	281
12	10	1090	303	24	32	1066	271
13	10	1090	303	12	24	1078	279
14	10	1200	334	8	14	1192	320
15	10	1200	334	0	20	1200	314
16	10	1200	334	0	5	1200	329
17	10	1200	334	0	0	1200	334
18	10	1200	334	0	0	1200	334
19	10	1200	334	0	0	1200	334
20	10	1294	359	4	12	1290	347
21	10	1294	359	5	25	1289	334
22	10	1355	376	5	27	1350	349
23	10	1355	376	8	20	1347	356
24	10	1355	376	5	11	1350	365
25	10	1355	376	5	16	1350	360
26	10	1446	402	4	20	1442	382
27	10	1446	402	5	14	1441	388
28	10	1446	402	3	16	1443	386
29	10	1446	402	0	13	1446	389
30	10	1446	402	3	17	1443	385
31	10	1446	402	4	20	1442	382
32	10	1446	402	5	16	1441	386
33	10	1446	402	2	16	1444	386
34	10	1446	402	3	19	1443	383
35	10	1446	402	4	15	1442	387

Anexo Nº 6

Control de consumo de alimentos para el tratamiento T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido) con diez cuyes experimentales

DÍA	Nº de cuyes	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
Gramos de alimento/grupo							
1	10	996	277	0	18	996	259
2	10	996	277	5	13	991	264
3	10	996	277	4	12	992	265
4	10	996	277	8	18	988	259
5	10	996	277	2	22	994	255
6	10	996	277	3	15	993	262
7	10	1049	292	0	21	1049	271
8	10	1049	292	0	53	1049	239
9	10	1049	292	0	18	1049	274
10	10	1049	292	0	40	1049	252
11	10	1049	292	9	22	1040	270
12	10	1049	292	11	28	1038	264
13	10	1049	292	0	18	1049	274
14	10	1073	298	6	20	1067	278
15	10	1073	298	3	13	1070	285
16	10	1073	298	0	13	1073	285
17	10	1073	298	0	18	1073	280
18	10	1073	298	0	12	1073	286
19	10	1073	298	0	5	1073	293
20	10	1188	330	2	12	1186	318
21	10	1188	330	4	30	1184	300
22	10	1244	346	6	18	1238	328
23	10	1244	346	5	17	1239	329
24	10	1244	346	2	21	1242	325
25	10	1244	346	6	16	1238	330
26	10	1332	370	3	21	1329	349
27	10	1332	370	0	18	1332	352
28	10	1332	370	2	15	1330	355
29	10	1332	370	4	20	1328	350
30	10	1332	370	3	22	1329	348
31	10	1332	370	3	18	1329	352
32	10	1332	370	3	16	1329	354
33	10	1332	370	2	21	1330	349
34	10	1332	370	3	18	1329	352
35	10	1332	370	2	15	1330	355

Anexo Nº 7

Control de consumo de alimentos para el tratamiento T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido) con diez cuyes experimentales

DÍA	Nº de cuyes	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
		Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado
Gramos de alimento/grupo							
1	10	1083	289	0	20	1083	269
2	10	1083	289	5	15	1078	274
3	10	1083	289	8	18	1075	271
4	10	1083	289	10	13	1073	276
5	10	1083	289	5	8	1078	281
6	10	1083	289	6	10	1077	279
7	10	1141	305	0	29	1141	276
8	10	1141	305	0	62	1141	243
9	10	1141	305	0	34	1141	271
10	10	1141	305	0	59	1141	246
11	10	1141	305	3	28	1138	277
12	10	1141	305	15	38	1126	267
13	10	1141	305	6	20	1135	285
14	10	1160	323	8	15	1152	308
15	10	1160	323	10	18	1150	305
16	10	1160	323	3	15	1157	308
17	10	1160	323	0	13	1160	310
18	10	1160	323	0	8	1160	315
19	10	1160	323	0	7	1160	316
20	10	1255	348	4	10	1251	338
21	10	1255	348	6	23	1249	325
22	10	1255	365	5	18	1250	347
23	10	1255	365	10	14	1245	351
24	10	1255	365	4	15	1251	350
25	10	1255	365	8	13	1247	352
26	10	1415	393	4	10	1411	383
27	10	1415	393	3	11	1412	382
28	10	1415	393	3	9	1412	384
29	10	1415	393	2	12	1413	381
30	10	1415	393	0	10	1415	383
31	10	1415	393	0	14	1415	379
32	10	1415	393	3	16	1412	377
33	10	1415	393	0	10	1415	383
34	10	1415	393	0	14	1415	379
35	10	1415	393	3	16	1412	377

Anexo Nº 8

Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T1 (0 % de butirato de sodio)

DÍA	Consumo de alimento (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	105,5	28,1	26,4	25,3	51,7
2	106,3	27,6	26,6	24,8	51,4
3	106,5	28,6	26,6	25,7	52,4
4	106,5	28,8	26,6	25,9	52,5
5	106,5	29,1	26,6	26,2	52,8
6	106,5	28,4	26,6	25,6	52,2
7	112,0	28,5	28,0	25,7	53,7
8	112,0	28,1	28,0	25,3	53,3
9	112,0	30,0	28,0	27,0	55,0
10	112,0	28,0	28,0	25,2	53,2
11	109,8	27,9	27,5	25,1	52,6
12	109,5	27,4	27,4	24,7	52,0
13	111,0	29,0	27,8	26,1	53,9
14	116,8	29,9	29,2	26,9	56,1
15	117,0	30,4	29,3	27,4	56,6
16	116,4	30,2	29,1	27,2	56,3
17	116,8	30,7	29,2	27,6	56,8
18	117,0	31,2	29,3	28,1	57,3
19	117,6	31,7	29,4	28,5	57,9
20	129,7	34,9	32,4	31,4	63,8
21	129,0	34,0	32,3	30,6	62,9
22	135,6	36,5	33,9	32,9	66,8
23	135,7	36,1	33,9	32,5	66,4
24	136,1	36,3	34,0	32,7	66,7
25	135,9	36,7	34,0	33,0	67,0
26	145,4	38,3	36,4	34,5	70,8
27	145,2	39,1	36,3	35,2	71,5
28	144,7	38,7	36,2	34,8	71,0
29	144,5	39,0	36,1	35,1	71,2
30	144,8	38,6	36,2	34,7	70,9
31	144,9	38,9	36,2	35,0	71,2
32	144,7	38,7	36,2	34,8	71,0
33	145,0	39,3	36,3	35,4	71,6
34	144,9	39,0	36,2	35,1	71,3
35	144,8	39,2	36,2	35,3	71,5
Total	4368,6	1156,9	1092,2	1041,2	2133,4
Promedio	124,82	33,05	31,20	29,75	60,95

Anexo Nº 9

Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)

DÍA	Consumo de alimento (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	105,5	28,8	26,4	25,9	52,3
2	106,0	28,3	26,5	25,5	52,0
3	105,8	28,2	26,5	25,4	51,8
4	106,0	27,4	26,5	24,7	51,2
5	106,0	28,5	26,5	25,7	52,2
6	105,8	28,7	26,5	25,8	52,3
7	111,6	29,6	27,9	26,6	54,5
8	111,6	28,0	27,9	25,2	53,1
9	111,6	28,8	27,9	25,9	53,8
10	111,6	28,7	27,9	25,8	53,7
11	109,9	29,0	27,5	26,1	53,6
12	109,1	27,9	27,3	25,1	52,4
13	110,6	29,1	27,7	26,2	53,8
14	121,5	32,2	30,4	29,0	59,4
15	121,0	32,4	30,3	29,2	59,4
16	121,5	32,1	30,4	28,9	59,3
17	121,5	32,4	30,4	29,2	59,5
18	121,1	33,2	30,3	29,9	60,2
19	121,3	33,2	30,3	29,9	60,2
20	132,2	35,7	33,1	32,1	65,2
21	132,0	34,4	33,0	31,0	64,0
22	138,3	36,8	34,6	33,1	67,7
23	138,6	37,2	34,7	33,5	68,1
24	138,5	36,9	34,6	33,2	67,8
25	138,6	36,4	34,7	32,8	67,4
26	147,8	40,1	37,0	36,1	73,0
27	148,1	39,8	37,0	35,8	72,8
28	147,6	40,0	36,9	36,0	72,9
29	147,8	39,6	37,0	35,6	72,6
30	147,4	39,4	36,9	35,5	72,3
31	147,6	39,0	36,9	35,1	72,0
32	147,3	39,3	36,8	35,4	72,2
33	147,3	39,5	36,8	35,6	72,4
34	147,5	39,1	36,9	35,2	72,1
35	147,2	39,4	36,8	35,5	72,3
Total	4432,8	1179,1	1108,2	1061,2	2169,4
Promedio	126,65	33,69	31,66	30,32	61,98

Anexo N° 10

Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)

DÍA	Consumo de alimento (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	103,0	27,5	25,8	24,8	50,5
2	103,5	27,6	25,9	24,8	50,7
3	103,5	27,2	25,9	24,5	50,4
4	102,3	26,7	25,6	24,0	49,6
5	103,5	27,7	25,9	24,9	50,8
6	102,4	28,2	25,6	25,4	51,0
7	109,0	29,5	27,3	26,6	53,8
8	109,0	30,0	27,3	27,0	54,3
9	109,0	29,1	27,3	26,2	53,4
10	109,0	27,8	27,3	25,0	52,3
11	107,4	28,1	26,9	25,3	52,1
12	106,6	27,1	26,7	24,4	51,0
13	107,8	27,9	27,0	25,1	52,1
14	119,2	32,0	29,8	28,8	58,6
15	120,0	31,4	30,0	28,3	58,3
16	120,0	32,9	30,0	29,6	59,6
17	120,0	33,4	30,0	30,1	60,1
18	120,0	33,4	30,0	30,1	60,1
19	120,0	33,4	30,0	30,1	60,1
20	129,0	34,7	32,3	31,2	63,5
21	128,9	33,4	32,2	30,1	62,3
22	135,0	34,9	33,8	31,4	65,2
23	134,7	35,6	33,7	32,0	65,7
24	135,0	36,5	33,8	32,9	66,6
25	135,0	36,0	33,8	32,4	66,2
26	144,2	38,2	36,1	34,4	70,4
27	144,1	38,8	36,0	34,9	70,9
28	144,3	38,6	36,1	34,7	70,8
29	144,6	38,9	36,2	35,0	71,2
30	144,3	38,5	36,1	34,7	70,7
31	144,2	38,2	36,1	34,4	70,4
32	144,1	38,6	36,0	34,7	70,8
33	144,4	38,6	36,1	34,7	70,8
34	144,3	38,3	36,1	34,5	70,5
35	144,2	38,7	36,1	34,8	70,9
Total	4335,5	1157,4	1083,9	1041,7	2125,5
Promedio	123,87	33,07	30,97	29,76	60,73

Anexo N° 11

Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)

DÍA	Consumo de alimento (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	99,6	25,9	24,9	23,3	48,2
2	99,1	26,4	24,8	23,8	48,5
3	99,2	26,5	24,8	23,9	48,7
4	98,8	25,9	24,7	23,3	48,0
5	99,4	25,5	24,9	23,0	47,8
6	99,3	26,2	24,8	23,6	48,4
7	104,9	27,1	26,2	24,4	50,6
8	104,9	23,9	26,2	21,5	47,7
9	104,9	27,4	26,2	24,7	50,9
10	104,9	25,2	26,2	22,7	48,9
11	104,0	27,0	26,0	24,3	50,3
12	103,8	26,4	26,0	23,8	49,7
13	104,9	27,4	26,2	24,7	50,9
14	106,7	27,8	26,7	25,0	51,7
15	107,0	28,5	26,8	25,7	52,4
16	107,3	28,5	26,8	25,7	52,5
17	107,3	28,0	26,8	25,2	52,0
18	107,3	28,6	26,8	25,7	52,6
19	107,3	29,3	26,8	26,4	53,2
20	118,6	31,8	29,7	28,6	58,3
21	118,4	30,0	29,6	27,0	56,6
22	123,8	32,8	31,0	29,5	60,5
23	123,9	32,9	31,0	29,6	60,6
24	124,2	32,5	31,1	29,3	60,3
25	123,8	33,0	31,0	29,7	60,7
26	132,9	34,9	33,2	31,4	64,6
27	133,2	35,2	33,3	31,7	65,0
28	133,0	35,5	33,3	32,0	65,2
29	132,8	35,0	33,2	31,5	64,7
30	132,9	34,8	33,2	31,3	64,5
31	132,9	35,2	33,2	31,7	64,9
32	132,9	35,4	33,2	31,9	65,1
33	133,0	34,9	33,3	31,4	64,7
34	132,9	35,2	33,2	31,7	64,9
35	133,0	35,5	33,3	32,0	65,2
Total	4032,8	1056,1	1008,2	950,5	1958,7
Promedio	115,22	30,17	28,81	27,16	55,96

Anexo Nº 12

Consumo promedio por cuy de alimentos frescos y de materia seca para el tratamiento T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)

DÍA	Consumo de alimento (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
Consumo promedio (gramos/cuy/día)					
1	108,3	26,9	27,1	24,2	51,3
2	107,8	27,4	27,0	24,7	51,6
3	107,5	27,1	26,9	24,4	51,3
4	107,3	27,6	26,8	24,8	51,7
5	107,8	28,1	27,0	25,3	52,2
6	107,7	27,9	26,9	25,1	52,0
7	114,1	27,6	28,5	24,8	53,4
8	114,1	24,3	28,5	21,9	50,4
9	114,1	27,1	28,5	24,4	52,9
10	114,1	24,6	28,5	22,1	50,7
11	113,8	27,7	28,5	24,9	53,4
12	112,6	26,7	28,2	24,0	52,2
13	113,5	28,5	28,4	25,7	54,0
14	115,2	30,8	28,8	27,7	56,5
15	115,0	30,5	28,8	27,5	56,2
16	115,7	30,8	28,9	27,7	56,6
17	116,0	31,0	29,0	27,9	56,9
18	116,0	31,5	29,0	28,4	57,4
19	116,0	31,6	29,0	28,4	57,4
20	125,1	33,8	31,3	30,4	61,7
21	124,9	32,5	31,2	29,3	60,5
22	125,0	34,7	31,3	31,2	62,5
23	124,5	35,1	31,1	31,6	62,7
24	125,1	35,0	31,3	31,5	62,8
25	124,7	35,2	31,2	31,7	62,9
26	141,1	38,3	35,3	34,5	69,7
27	141,2	38,2	35,3	34,4	69,7
28	141,2	38,4	35,3	34,6	69,9
29	141,3	38,1	35,3	34,3	69,6
30	141,5	38,3	35,4	34,5	69,8
31	141,5	37,9	35,4	34,1	69,5
32	141,2	37,7	35,3	33,9	69,2
33	141,5	38,3	35,4	34,5	69,8
34	141,5	37,9	35,4	34,1	69,5
35	141,2	37,7	35,3	33,9	69,2
Total	4299,1	1124,8	1074,8	1012,3	2087,1
Promedio	122,83	32,14	30,71	28,92	59,63

Anexo N° 13

Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T1 (0 %
butirato de sodio)

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1	331	429	449	564	672	678
2	383	481	588	710	820	910
3	432	530	548	644	734	831
4	377	475	603	658	793	901
5	401	499	541	652	760	887
6	335	433	512	622	739	853
7	286	384	493	565	686	774
8	395	493	566	659	771	897
9	341	439	543	636	761	862
10	218	316	396	489	557	665
Promedio	349,9	447,9	523,9	619,9	729,3	825,8

Anexo N° 14

Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T2 (300 ppm de
butirato de sodio, 100% protegido)

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1	457	557	606	726	823	838
2	208	308	397	467	575	700
3	396	496	563	678	793	907
4	407	507	615	731	824	902
5	296	396	431	474	557	669
6	183	283	354	450	572	669
7	384	484	608	717	807	914
8	438	538	621	694	861	965
9	300	400	519	586	669	752
10	404	504	640	761	926	1045
Promedio	347,3	447,3	535,4	628,4	740,7	836,1

Anexo N° 15

Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1	233	333	437	506	629	718
2	415	515	659	750	884	990
3	289	389	490	577	682	795
4	494	594	651	760	860	970
5	315	415	503	594	707	804
6	341	441	516	602	670	790
7	391	491	567	675	809	925
8	321	421	537	629	707	797
9	333	433	510	620	715	800
10	356	456	550	649	764	883
Promedio	348,8	448,8	542	636,2	742,7	847,2

Anexo N° 16

Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 47% protegido)

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1	274	364	449	523	636	742
2	352	442	479	528	641	693
3	337	427	431	507	600	686
4	380	470	585	682	811	921
5	346	436	490	597	713	809
6	302	392	485	564	613	683
7	254	344	395	503	600	683
8	422	512	567	695	841	911
9	404	494	524	632	779	908
10	410	500	607	699	807	881
Promedio	348,1	438,1	501,2	593	704,1	791,7

Anexo N° 17

Control de peso vivo de los cuyes alimentados con la ración T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	Peso final
1	287	368	446	476	592	675
2	231	312	359	542	679	784
3	477	558	615	651	809	912
4	378	459	580	684	818	907
5	293	374	432	502	576	679
6	427	508	545	604	724	821
7	378	459	542	618	674	755
8	257	338	434	499	612	691
9	381	462	567	631	733	814
10	380	461	496	585	729	841
Promedio	348,9	429,9	501,6	579,2	694,6	787,9

Anexo N° 18
Composición porcentual y costo de las raciones experimentales

INSUMOS		T1	T2	T3	T4	T5
Harina fina de maíz puro	1,300	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
Subproducto de trigo	0,800	25,000	24,900	24,850	24,957	24,935
Torta de girasol	1,450	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Melaza	0,950	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Aceite vegetal refinado	5,500	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Harina Integral soya Heis	1,700	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Torta de soya Crisol	1,650	12,600	12,600	12,600	12,600	12,600
Phosbic	3,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
Carbonato de calcio	0,250	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sal común	0,350	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Cloruro de colina 60%	3,400	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-Metionina	25,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Lisina	7,500	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Prime EQH 101	15,000	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Quantum Blue	100,000	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Mycoad AZ	30,000	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Actigen	58,000	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Procreatin 7	35,000	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butirato al 30% (protegido)	40,000	0,000	0,100	0,150		
Butirato al 70% (43% protegido)	40,000	0,000			0,043	0,065
TOTAL		100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Costo/kg (Soles)		1,607	1,646	1,665	1,623	1,632

Anexo N° 19

Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T1 (0 % butirato de sodio)

Cuy	Ganancia de peso (g/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (S./kg de ganancia)
	total	diario			Alfalfa	Balanceados	
1	347	9,91	60,95	6,15	4369	1157	6,62
2	527	15,06	60,95	4,05	4369	1157	4,36
3	399	11,40	60,95	5,35	4369	1157	5,75
4	524	14,97	60,95	4,07	4369	1157	4,38
5	486	13,89	60,95	4,39	4369	1157	4,72
6	518	14,80	60,95	4,12	4369	1157	4,43
7	488	13,94	60,95	4,37	4369	1157	4,70
8	502	14,34	60,95	4,25	4369	1157	4,57
9	521	14,89	60,95	4,09	4369	1157	4,41
10	447	12,77	60,95	4,77	4369	1157	5,14
Promedio	475,90	13,60	60,95	4,56	4369	1157	4,91

Anexo N° 20

Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T2 (300 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)

Cuy	Ganancia de peso (g/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (S./kg de ganancia)
	total	diario			Alfalfa	Balanceados	
1	381	10,89	61,98	5,69	4433	1179	6,26
2	492	14,06	61,98	4,41	4433	1179	4,85
3	511	14,60	61,98	4,25	4433	1179	4,66
4	495	14,14	61,98	4,38	4433	1179	4,82
5	373	10,66	61,98	5,82	4433	1179	6,39
6	486	13,89	61,98	4,46	4433	1179	4,90
7	530	15,14	61,98	4,09	4433	1179	4,50
8	527	15,06	61,98	4,12	4433	1179	4,52
9	452	12,91	61,98	4,80	4433	1179	5,27
10	641	18,31	61,98	3,38	4433	1179	3,72
Promedio	488,80	13,97	61,98	4,54	4433	1179	4,99

Anexo Nº 21

Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T3 (450 ppm de butirato de sodio, 100% protegido)

Cuy	Ganancia de peso (g/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (S./kg de ganancia)
	total	diario			Alfalfa	Balanceados	
1	485	13,86	60,73	4,38	4336	1157	4,87
2	575	16,43	60,73	3,70	4336	1157	4,11
3	506	14,46	60,73	4,20	4336	1157	4,67
4	476	13,60	60,73	4,47	4336	1157	4,96
5	489	13,97	60,73	4,35	4336	1157	4,83
6	449	12,83	60,73	4,73	4336	1157	5,26
7	534	15,26	60,73	3,98	4336	1157	4,42
8	476	13,60	60,73	4,47	4336	1157	4,96
9	467	13,34	60,73	4,55	4336	1157	5,06
10	527	15,06	60,73	4,03	4336	1157	4,48
Promedio	498,40	14,24	60,73	4,29	4336	1157	4,76

Anexo Nº 22

Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T4 (300 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 43% protegido)

Cuy	Ganancia de peso (g/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (S./kg de ganancia)
	total	diario			Alfalfa	Balanceados	
1	468	13,37	55,96	4,19	4033	1056	4,53
2	341	9,74	55,96	5,74	4033	1056	6,21
3	349	9,97	55,96	5,61	4033	1056	6,07
4	541	15,46	55,96	3,62	4033	1056	3,91
5	463	13,23	55,96	4,23	4033	1056	4,57
6	381	10,89	55,96	5,14	4033	1056	5,56
7	429	12,26	55,96	4,57	4033	1056	4,94
8	489	13,97	55,96	4,01	4033	1056	4,33
9	504	14,40	55,96	3,89	4033	1056	4,20
10	471	13,46	55,96	4,16	4033	1056	4,50
Promedio	443,60	12,67	55,96	4,51	4033	1056	4,88

Anexo N° 23

Valores del comportamiento productivo de las diferentes cuyes alimentados con la ración T5 (450 ppm de butirato de sodio, 57% libre y 47% protegido)

Cuy	Ganancia de peso (g/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (S./kg de ganancia)
	total	diario			Alfalfa	Balanceados	
1	388	11,09	59,63	5,38	4299	1125	5,84
2	553	15,80	59,63	3,77	4299	1125	4,10
3	435	12,43	59,63	4,80	4299	1125	5,21
4	529	15,11	59,63	3,95	4299	1125	4,28
5	386	11,03	59,63	5,41	4299	1125	5,87
6	394	11,26	59,63	5,30	4299	1125	5,75
7	377	10,77	59,63	5,54	4299	1125	6,01
8	434	12,40	59,63	4,81	4299	1125	5,22
9	433	12,37	59,63	4,82	4299	1125	5,23
10	461	13,17	59,63	4,53	4299	1125	4,91
Promedio	439,00	12,54	59,63	4,83	4299	1125	5,24

Anexo N° 24

Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable ganancia de peso vivo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5	Sumatoria
1	9,91	10,89	13,86	13,37	11,09	
2	15,06	14,06	16,43	9,74	15,80	
3	11,40	14,60	14,46	9,97	12,43	
4	14,97	14,14	13,60	15,46	15,11	
5	13,89	10,66	13,97	13,23	11,03	
6	14,80	13,89	12,83	10,89	11,26	
7	13,94	15,14	15,26	12,26	10,77	
8	14,34	15,06	13,60	13,97	12,40	
9	14,89	12,91	13,34	14,40	12,37	
10	12,77	18,31	15,06	13,46	13,17	
Total repeticiones	10	10	10	10	10	50

Promedio	13,60	13,97	14,24	12,67	12,54
----------	-------	-------	-------	-------	-------

Sumatoria	135,97	139,66	142,40	126,74	125,43	670,20
Sumatoria tratamientos	1848,82	1950,41	2027,78	1606,38	1573,23	9006,62

Termino de corrección	8983,36
-----------------------	----------------

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	4	23,26	5,81	1,859	2.58/3.77	ns
Erros exp.	45	140,78	3,13			
Total	49	164,03	3,35			

Anexo Nº 25

Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable conversión alimenticia

Variable: **Conversión Alimenticia**

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5	Sumatoria
1	6,15	5,69	4,38	4,19	5,38	
2	4,05	4,41	3,70	5,74	3,77	
3	5,35	4,25	4,20	5,61	4,80	
4	4,07	4,38	4,47	3,62	3,95	
5	4,39	5,82	4,35	4,23	5,41	
6	4,12	4,46	4,73	5,14	5,30	
7	4,37	4,09	3,98	4,57	5,54	
8	4,25	4,12	4,47	4,01	4,81	
9	4,09	4,80	4,55	3,89	4,82	
10	4,77	3,38	4,03	4,16	4,53	
Total repeticiones	10	10	10	10	10	50

Promedio	4,56	4,54	4,29	4,51	4,83	
----------	------	------	------	------	------	--

Sumatoria	45,61	45,40	42,86	45,15	48,29	227,31
Sumatoria tratamientos	208,04	206,16	183,67	203,85	233,22	1034,93

Termino de corrección	1033,44
-----------------------	----------------

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	4	1,49	0,37	0,922	2.58/3.77	ns
Erros exp.	45	18,22	0,40			
Total	49	19,71	0,40			

Anexo N° 26

Análisis estadístico con diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones para la variable mérito económico

Variable: **Eficiencia económica (mérito económico)**

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5	Sumatoria
1	6,62	6,26	4,87	4,53	5,84	
2	4,36	4,85	4,11	6,21	4,10	
3	5,75	4,66	4,67	6,07	5,21	
4	4,38	4,82	4,96	3,91	4,28	
5	4,72	6,39	4,83	4,57	5,87	
6	4,43	4,90	5,26	5,56	5,75	
7	4,70	4,50	4,42	4,94	6,01	
8	4,57	4,52	4,96	4,33	5,22	
9	4,41	5,27	5,06	4,20	5,23	
10	5,14	3,72	4,48	4,50	4,91	
Total repeticiones	10	10	10	10	10	50

Promedio	4,91	4,99	4,76	4,88	5,24	
----------	------	------	------	------	------	--

Sumatoria	49,08	49,89	47,60	48,82	52,42	247,81
Sumatoria tratamientos	240,86	248,92	226,62	238,30	274,83	1229,52

Termino de corrección	1228,23
-----------------------	----------------

ANALISIS DE VARIANCIA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular	Resultado
Tratamientos	4	1,29	0,32	0,675	2.58/3.77	ns
Erros exp.	45	21,52	0,48			
Total	49	22,82	0,47			













