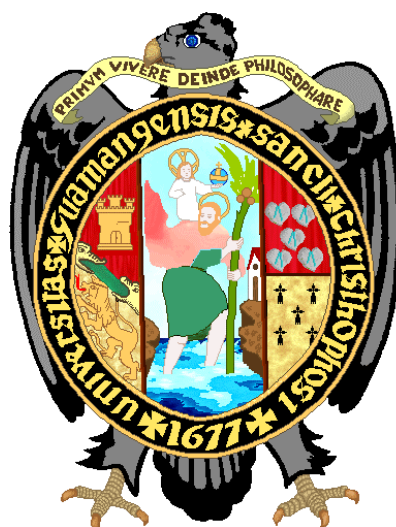


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Respuesta nutricional de cuyes (*Cavia porcellus*) a la
inclusión de microorganismos eficientes en la ración
alimenticia, Ayacucho 2760 msnm**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

PRESENTADO POR:

Leydi Escalante Taipe

Ayacucho - Perú

2018

A Dios

A mis amados padres: Esteban Escalante Berrocal y Patrocinia Taipe Pacheco por su gran ejemplo de lucha, superación y perseverancia.

A mis hermanos: Raúl, Fredy, Magaly, Evelin Yuli y Nayeli.

A Javier.

AGRADECIMIENTO

A nuestra querida Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias, a la apreciada Escuela Profesional de Agronomía.

Al Programa de Investigación en Pastos y Ganadería (PIPG) de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Al Ing. Felipe Escobar Ramírez que con sus acertadas sugerencias y apoyo incondicional permitió desarrollar el presente trabajo de investigación, así mismo, a la PhD. Nery Santillana Villanueva, Ing. Wilber Quijano Pacheco y Raúl J. Aronés Quispe.

A todos los docentes de la Escuela de Agronomía por impartir sus conocimientos en esta etapa de nuestra formación profesional.

A Javier Yonny Condori Villano por su apoyo incondicional.

A todos mis compañeros y amigos de la gran familia de la Escuela de Agronomía.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera apoyaron en el presente desarrollo del trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice general	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Índice de anexos.....	vii
Resumen.....	1
Introducción	3

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Origen y características productivas del cuy.....	5
1.2. Características del comportamiento	6
1.3. Características morfológicas	6
1.4. Descripción zoológica	7
1.5. Características de la carne de cuy.....	8
1.6. Fisiología digestiva del cuy	8
1.7. Actividad cecotrófica	10
1.8. Alimentación del cuy	10
1.9. Necesidades nutricionales del cuy.....	11
1.10 El agua.....	13
1.11. Tecnologías microbianas.....	14

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Ubicación	25
2.2. Condiciones ambientales.....	25
2.3. Duración de la evaluación	26
2.4. Instalaciones y equipos.....	26
2.5. Materia de evaluación	27
2.6. Inclusión de microorganismos eficientes en el alimento balanceado.....	31
2.7. Alimentación de los cuyes.....	32

2.8.	Análisis químico del alimento balanceado.....	33
2.9.	Tratamientos.....	33
2.10.	Unidades experimentales.....	33
2.11.	Organización de las unidades experimentales y observaciones realizadas	33
2.12.	Variables evaluados.....	35
2.13.	Diseño estadístico.....	36

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	Resultados del contenido microbiológico	37
3.2.	Nivel de consumo de alimentos	38
3.3.	Incremento de peso corporal acumulado por tratamiento	40
3.4.	Índice de conversión alimenticia.....	42
3.5.	Rendimiento de carcasa.....	44
3.6.	Costo de alimentación	46
3.7.	Consumo de agua	46
	Conclusiones	48
	Recomendaciones.....	49
	Referencia bibliográfica	50
	Anexo	55

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	Requerimiento nutricional de los cuyes	12
Tabla 2.1	Componentes del alimento balanceado en porcentaje (%)	32
Tabla 2.2	Composición de análisis químico	33
Tabla 3.1	Recuento de microorganismos en medios de cultivo de agar nutritivo	37
Tabla 3.2	Recuento de microorganismos en medios de cultivo de agar MacConkey	38
Tabla 3.3	Consumo promedio de alimento en gramos por tratamiento.....	39
Tabla 3.4	Incremento de peso corporal semanal (g) y acumulado por tratamiento en periodos de 14 días	41
Tabla 3.5	Índice de conversión alimenticia por tratamiento para los periodos de 14 días	43
Tabla 3.6	Rendimiento de carcasa	45
Tabla 3.7	Costo de alimentación por tratamiento por animal	46
Tabla 3.8	Consumo de agua por tratamiento cada 14 días en mililitros (ml)	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Especie antecesor, <i>Cavia cutleri</i>	6
Figura 2.1 Ubicación y localización del área de investigación	25
Figura 2.2 Variación de las temperaturas y humedad relativa mensuales durante el periodo de evaluación	26
Figura 2.3 Selección del bosque para la recolección de hojarasca impregnadas de ME en la localidad de Amargura La Mar.....	27
Figura 2.4 Extracción de hojarasca impregnadas de ME para su reproducción en un medio anaerobio	27
Figura 2.5 Proceso de la segunda reproducción de microorganismos eficientes	28
Figura 2.6 Proceso de activación de los microorganismos eficientes.....	29
Figura 2.7 Esquema del proceso mediante el método de dilución.....	31
Figura 2.8 Distribución de las unidades experimentales por tratamiento y repetición	34

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	Análisis de varianza del consumo acumulado de MS en gramos... 56
Anexo 2	Análisis de varianza de ganancia de peso acumulado en gramos.. 58
Anexo 3	Análisis de la varianza de índice de conversión alimenticia..... 60
Anexo 4	Análisis de la varianza de rendimiento de carcasa..... 62
Anexo 5	Análisis de la varianza del costo de alimentación..... 66
Anexo 6	Análisis de la varianza del consumo de agua..... 67
Anexo 7	Panel fotográfico..... 69
Anexo 8	Análisis microbiológico de la muestra sólida de ME realizado en el laboratorio..... 75
Anexo 9	Análisis microbiológico de la muestra sólida de ME para el descarte de Escherichia coli realizado en el laboratorio..... 76

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta nutricional de cuyes (*Cavia porcellus*) a la inclusión de microorganismos eficientes en la ración alimenticia. Ayacucho 2760 msnm, sobre sus parámetros productivos (consumo, peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa). Así como también, el costo de alimentación. Se emplearon 45 cuyes machos destetados de 20 ± 5 días de edad, raza Perú. Se utilizó el diseño en bloques completamente al azar, distribuido en 15 unidades experimentales. Se emplearon cinco tratamientos con tres repeticiones por tratamiento: T1 (testigo), T2, T3, T4 y T5 los cuales recibieron 0, 25, 50, 75 y 100 mL de la solución de microorganismos eficientes por kilogramo de la ración alimenticia. La alimentación de los cuyes tuvo una duración de 70 días. No se determinó diferencias estadísticas significativas para las variables evaluadas (consumo de alimento, peso vivo acumulado, el índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa). Sin embargo, con la inclusión de 25 mL/kg de la solución de microorganismos eficientes tuvo una mejor respuesta en los parámetros evaluados (la ganancia de peso 800.78 g, índice de conversión alimenticia (4.2) y rendimiento de carcasa 75 %). En base al costo de producción el menor costo de producción lo obtuvo el T5 (S/ 5.31).

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos eficientes (ME) es una tecnología planteada y desarrollada por el Dr. Teuro Higa quien menciona que es un concentrado líquido que contiene unas 80 especies de microorganismos, así también se ha estudiado por muchos investigadores la reproducción de los microorganismos que viven en forma natural en los bosques, de forma casera, fácil de implementar y de muy bajo costo. Muchos de estos microorganismos cumplen roles benéficos en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas, los cuales son llamados microorganismos eficientes, microorganismos benéficos, microorganismos de montaña o autóctonos y pueden encontrarse en bosques naturales, soleados, ligeramente húmedos, con ninguna o escasa intervención antrópica.

Actualmente, los microorganismos eficientes son de amplio uso industrial y medicinal, con muy buenos resultados en la agricultura y ganadería, lo cual permite mejorar condiciones cuantitativas y cualitativas.

En estas últimas décadas, se está dando mayor importancia al uso de los microorganismos eficientes o autóctonos en la nutrición animal, buscando nuevas formas y tecnologías para maximizar su rendimiento productivo en las diferentes especies. Considerando la versatilidad de los cuyes se aprovecha la inclusión de los microorganismos eficientes en la ración diaria, lo cual facilita la ingesta total o parcial de las mismas durante el periodo productivo. Habiendo una demanda creciente y una escasa oferta de cuyes; es necesario buscar formas adecuadas que maximicen la producción de cuyes. Por lo ya expuesto, la presente investigación tuvo como objetivos lo siguiente:

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta nutricional de cuyes (*Cavia porcellus*) a la inclusión de microorganismos eficientes en la ración alimenticia, Ayacucho a 2760 msnm.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar el efecto del uso de microorganismos eficientes en la ración sobre el nivel de consumo en cuyes de recría, incremento de peso corporal, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.
2. Determinar los costos en la alimentación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen y características productivas del cuy

Rofes (2000) citado por Sánchez (2013) menciona que el cuy (*Cavia porcellus*), es una especie originaria de la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia. Los cuyes domésticos (*Cavia porcellus*) son pequeños roedores (Rodentia: Caviidae), reportan su origen en los Andes de América del Sur y su aparición hace por lo menos 2500 a 3600 años, se identifica con el hombre andino. Así mismo, menciona que Geoffrey Saint Hilarie, indicó que esta especie es originaria del Perú. La *Cavia cutleri*, debe considerarse como el antecesor de la especie doméstica que hoy es universalmente conocida. La evidencia más antigua que se ha publicado sobre cuyes sepultados en un espacio residencial que se encontró bajo el piso de una terraza, correspondiente a la fase Janabarriu tardío (400 - 200 a.C), en el sitio de Chavín de Huantar.

Las pruebas existentes demuestran que el cuy fue domesticado hace 2500 a 3600 años. En los estudios estatigráficos hechos en el Templo del Cerro Sechín (Perú), se encontró abundantes depósitos de excretas de cuy y en el primer periodo de la Cultura Paracas, denominado Cavernas (250 a 300 a.C), ya el hombre se alimentaba con carne de cuyes. Para el tercer periodo (1400 d.C) estas culturas en casi todas las casas tenían un cuyero. Julio C. Tello, evidencia que ha encontrado cerámicas, como los huacos Mochicas y Vicus que muestran la importancia que tenía este animal en la alimentación humana. Se han extraído restos de cuyes en Ancón, ruinas de Huaycán, Cieneguilla y Mala. Allí se encontraron cráneos más alargados y estrechos que los actuales, además de ser abovedado y poseerla articulación nasofrontal irregular semejante al *Cavia aperea*, Huckinghaus, 1961. El hallazgo de pellejos y huesos de cuyes enterrados con restos humanos en las tumbas de América Meridional, son una

muestra de la existencia de esta especie en épocas precolombinas. Se refiere que la carne de cuyes conjuntamente con la de venado fue utilizada por los ejércitos conquistadores en Colombia, según Pulgar Vidal (1952) citado por Sánchez (2013).



Figura 1.1 Especie antecesor, *Cavia cutleri*

1.2 Características del comportamiento

Chauca (1997) menciona que, por su docilidad los cuyes se crían como mascotas en diferentes países. Como animal experimental en los bioterios (es el lugar donde se alojan animales que cuentan con una calidad genética y microbiológica definida) se aprecia por su temperamento tranquilo, que se logra con el manejo intensivo al que son expuestos; algunas líneas albinas se seleccionan por su mansedumbre. El cuy como productor de carne ha sido seleccionado por su precocidad y su prolificidad e indirectamente se ha tomado en cuenta su mansedumbre. Sin embargo, se tiene dificultad en el manejo de los machos en recua.

1.3 Características morfológicas

Chauca (1997) indica que la forma de su cuerpo es alargada y cubierto de pelos desde el nacimiento. Los machos desarrollan más que las hembras, por su forma de caminar y ubicación de los testículos no se puede diferenciar el sexo sin coger y observar los genitales.

A continuación, se describen las partes del cuerpo de los cuyes.

- a) **Cabeza.** Es relativamente grande en relación a su volumen corporal, de forma cónica y de longitud variable de acuerdo al tipo de animal. Las orejas por lo general son caídas, aunque existen animales que tienen las orejas paradas porque son más pequeñas, casi desnudas, pero bastante irrigadas.
- Los ojos son redondos vivaces de color negro o rojo con tonalidades claro a oscuro. El hocico es cónico, con fosas nasales y ollares pequeños, el labio superior es partido, mientras que el inferior es entero, sus incisivos alargados con curvatura hacia dentro, crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios. El maxilar inferior tiene las apófisis que se prolongan hacia atrás hasta la altura del axis.
- b) **Cuello.** El cuello es grueso, musculoso y bien insertado al cuerpo, conformado por siete vértebras de las cuales el atlas y el axis están bien desarrollados.
- c) **Tronco.** Es de forma cilíndrica y está conformada por 13 vértebras dorsales que sujetan un par de costillas articulándose con el esternón, las 3 últimas son flotantes.
- d) **Abdomen.** El abdomen tiene como base anatómica a 7 vértebras lumbares, es de gran volumen y capacidad.
- e) **Extremidades.** Las extremidades en general son cortas, siendo los miembros anteriores más cortos que los posteriores. Ambos terminan en dedos, provistos de uñas cortas en los anteriores y grandes y gruesas en las posteriores. El número de dedos varía desde 3 para los miembros posteriores y 4 para los miembros anteriores. Siempre el número de dedos en las manos es igual o mayor que en las patas. Las cañas de los posteriores lo usan para pararse, razón por la cual se presentan callosos y fuertes (Zaldívar (1976); Cooper y Schiller (1975); citado por Chauca (1997)).

1.4 Descripción zoológica

En la escala zoológica Moreno (1989), citado por Chauca (1997) describe:

Orden	: Rodentia
Suborden	: Hystricomorpha
Familia	: Caviidae
Género	: Cavia
Especie	: <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus

1.5 Características de la carne de cuy

Chauca (2015) reporta que la carne de cuy se caracteriza por su alto valor nutritivo, por buen contenido de proteína y hierro, poca cantidad de sodio y grasa. Sin embargo, contiene ácidos grasos esenciales que contribuyen al desarrollo nervioso e intelectual. Además, de su alta digestibilidad en comparación con carnes de otras especies, tiene buena aceptación de consumo por su suavidad y exquisito sabor.

1.6 Fisiología digestiva del cuy

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador postgástrico debido a los microorganismos que poseen a nivel del ciego. Chauca (2015) menciona que el tracto digestivo se inicia en la boca, sus incisivos son alargados con curvatura hacia dentro que crecen continuamente, no tienen caninos y sus molares son amplios. Su esófago es corto el que atraviesa la cavidad torácica y pasa a través del diafragma para depositar el alimento en el estómago. En el estómago se secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver al alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico además destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción. En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, aquí son absorbidas la mayor parte del agua, las vitaminas y otros microelementos. Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en esta especie que tiene un ciego desarrollado donde existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano. La ingesta no demora más de dos horas en atravesar el estómago e intestino delgado, siendo en el ciego donde demora 48 horas. La celulosa retarda los movimientos del contenido intestinal lo que permite una mejor absorción de nutrientes, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

Reid (1986) citado por Chauca (1997) indica que el cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional, donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Además, realiza cecotrofia para neutralizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador postgástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de ingesta al ciego. La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra, la producción de ácidos grasos volátiles; síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan los microorganismos, en su mayoría bacterias gram positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrofia.

Rico (1999) citado por García (2014) aduce que el ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 % del peso total, el ciego de los cuyes es menos eficiente que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas a pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la ingesta. Sin embargo, el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes. Siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de otros se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas.

Escobar y Yauricasa (1993) citado por Vila (2014) indican que en efecto el cuy posee un estómago sencillo con ciego funcional, este último bien desarrollado y es relativamente voluminoso, donde se puede mencionar que el ciego en el cuy posee un volumen 4 veces mayor al estómago.

Chauca (1997) manifiesta que la fisiología estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente exterior al medio interno del organismo para luego ser conducidos al sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo.

1.7 Actividad cecotrófica

Chauca (2015) menciona que el cuy realiza la cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones con niveles bajos o medios de proteína. Se denomina cecótrofo a las excretas blanda que tienen alto contenido de nitrógeno comparativamente con las excretas sólidas. Este cecótrofo no cae al piso sino es tomado del ano en su proceso de reciclaje, es más intensa la cecotrofia en los cuyes silvestres donde la utiliza como mecanismo compensatorio ante una adversidad alimenticia, sea por escasa disponibilidad o baja de la pastura. El cuy es un animal que realiza cecotrofia, ya que produce dos tipos de heces, una rica en nitrógeno que es reutilizada (cecótrofo) y otra que es eliminada como heces duras. El cuy toma las heces y las ingiere nuevamente pasando al estómago e inicia un segundo ciclo de digestión que se realiza generalmente durante la noche. Este fenómeno constituye una de las características esenciales de la digestión del cuy. Esta doble digestión tiene una singular importancia para el aprovechamiento de azufre. Las heces que ingiere el cuy actúan notablemente como suplemento alimenticio. Así mismo menciona que la cecotrofia es una estrategia digestiva del cuy que le permite aprovechar los nutrientes resultantes de la fermentación cecal de partículas fibrosas de pequeño tamaño. Parte de esta sustancia que el cuy recibe al ingerir los cecótrofos o heces blandas tienen un alto valor biológico.

1.8 Alimentación del cuy

Aliaga (1979) aduce que el cuy para alcanzar el peso de comercialización en el tiempo deseado (de 10 a 12 semanas), tiene que ser alimentado satisfactoriamente de acuerdo a sus requerimientos nutricionales, requiriendo de diversos nutrientes como: proteína, carbohidratos, fibra, grasa, minerales, vitaminas y micronutrientes; la alimentación racional consiste en suministrar a los animales conforme a las

necesidades fisiológicas y de producción a fin de conseguir el mayor provecho. Todo alimento ya sea de origen animal o vegetal contiene en su composición casi todos los nutrientes que requiere el animal, pero en diferentes proporciones. De entre las vitaminas que requiere el cuy para su alimentación la más importante es la vitamina C y es necesario proporcionarle constantemente por que el cuy es incapaz de sintetizar dicha vitamina. La vitamina C se halla en cantidades considerables en los forrajes verdes, de ahí la importancia de suministrarle constantemente.

Gómez et al. (1994). Citado por Carbajal (2015) indica que la alimentación juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, ya que el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. En la crianza de cuyes se recomienda una alimentación mixta, es decir proporcionar tanto alimento vegetal (forraje) como alimento balanceado.

1.9 Necesidades nutricionales del cuy

Chauca (1997) indica que la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Al igual que en otros animales, los nutrientes requeridos por el cuy son: agua, proteína (aminoácidos), fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas. Los requerimientos dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza.

Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo de aprovechar su precocidad, prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministra únicamente forraje, a pesar que el cuy tiene una gran capacidad de consumo.

Por su sistema digestivo el régimen alimenticio que reciben los cuyes es a base de forraje más un suplemento. El aporte de nutrientes proporcionado por el forraje depende de diferentes factores, entre ellos: la especie del forraje, su estado de maduración, época de corte, entre otros.

Caicedo (1993) citado por García (2014) indica que el cuy como todo ser vivo tiene necesidad de alimentarse para su mantenimiento y producción. El cuy puede desarrollarse con raciones exclusivamente forrajeras, pero su requerimiento en función de la reproducción y producción de carne necesitan el empleo de una ración balanceada que nos dé un alto contenido de proteína y elementos nutricionales principales. Lo cual menciona que la nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mayor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de las raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de los cuyes permitirá elaborar necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. En el siguiente cuadro se detalla la cantidad que se debe suministrar los principales elementos que debe constituir una dieta balanceada para las etapas fisiológicas del animal: gestación, lactancia, crecimiento y engorde.

Tabla 1.1 Requerimiento nutricional de los cuyes

Nutrientes (%)	Crecimiento - Engorde	Gestación - Lactancia
Proteína	14.00 – 17.00	18.00 – 22.00
Energía, Kcal/Kg	2500 – 2900	2400 – 2600
Fibra	8.00 – 17.00	8.00 – 17.00
Grasa	3.00 – 3.50	3.50 – 4.00
Calcio	0.80 – 1.00	1.20 – 1.40
Fósforo	0.40 – 0.80	0.80 – 1.00
Magnesio	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
Potasio	0.50 – 1.40	0.50 – 1.40

Fuente: Caicedo (1993) citado por García (2014).

Aliaga (1979) menciona que las necesidades nutricionales se refieren a los niveles de nutrientes que los cuyes requieren y que deben ser suplidos en su ración. Estas son necesidades para mantenimiento, producción, crecimiento, gestación y lactancia. La composición del alimento es posible que incluya promotores del crecimiento, medicamentos u otros aditivos sin valor nutritivo para propósitos específicos. Asimismo, los alimentos así formulados deben presentar las características de molienda, mezcla, manejo y almacenamiento adecuadas. Las seis clases de nutrientes que existe son: agua, proteínas y aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas y elementos inorgánicos. La energía necesaria en la alimentación de todos los animales les proporciona grasas, los carbohidratos y los esqueletos de carbono de los aminoácidos, después de que el nitrógeno ha sido removido. Los nutrientes satisfacen las necesidades de las células en cuanto a agua, combustible, constituyentes estructurales (piel, músculo, hueso, nervios y grasas) y la regulación metabólica.

1.10 El agua

Chauca (2015) menciona que el agua es el medio en el cual ocurren las reacciones básicas que controlan la vida. A pesar de no ser un nutriente, cumple roles importantes dentro del organismo entre ellos tenemos la regulación de la temperatura del cuerpo, el transportar nutrientes, es un componente de muchas reacciones químicas y mantiene la forma de las células del cuerpo. Entre el 60 y 70 % de un organismo animal es agua por lo que su suministro es de vital importancia, su inclusión en la ración diaria es necesaria para favorecer el consumo de raciones secas. Hay tres fuentes de agua para un animal: el agua asociada con los alimentos, el agua de bebida y el agua metabólica procedente de las reacciones biológicas dentro del organismo. En todas las edades los cuyes deben disponer de agua de bebida o forraje fresco.

Los alimentos sean forrajes o alimento balanceados tienen humedad, cuando esta es incluida se considera un insumo tal como ofrecido, donde los nutrientes se encuentran como componentes de la materia seca (MS). Para efecto de costo se considera el valor tal como ofrecido y para su evaluación nutricional el de materia seca.

1.11 Tecnologías microbianas

En el mundo microbiano la mayoría de los microorganismos son neutrales y la minoría restante bien pertenecen al grupo de los desintegradores o bien al de los regeneradores.

El grupo de los microbios desintegradores provoca oxidación, mientras que el de los regeneradores genera lo opuesto, es decir antioxidación. Los microorganismos eficientes se integra en este último grupo y sus efectos se asientan en dos principios básicos de funcionamiento: Principio de dominancia y el principio de la fermentación.

1.11.1 El principio de la dominancia

En cualquier medio, los microorganismos neutrales siempre son el grupo mayoritario y su comportamiento invariablemente es oportunista. El principio de dominancia se produce porque el grupo de los microorganismos neutrales continuamente sigue al grupo dominante, de modo que, en un medio concreto, imitarán a los desintegradores o a los regeneradores dependiendo de cuál predomine.

Las condiciones medioambientales en las que subsistan los microorganismos son las que determinan la dominancia de uno u otro grupo. De manera que un medio estará sano si predominan los regeneradores, al generar antioxidación, y estará enfermo si prevalecen los desintegradores, debido a la oxidación que producen. Hoy día, el abundante uso de productos químicos y abonos artificiales que caracteriza al sistema de producción agrícola impone unas condiciones ambientales que fomentan la predominancia de los microorganismos desintegradores o nocivos, facilitando la aparición de microbios patógenos, plagas y enfermedades. En la recuperación de un entorno enfermo, intervienen abundantes microorganismos regeneradores, entre los que se encuentran los que componen la fórmula de los Microorganismos Eficientes (bacterias fototrópicas, bacterias lácticas, actinomicetos, levaduras y hongos de fermentación), de manera que, si superan en número a los patógenos, los regeneradores podrán eliminarlos, restableciendo un ambiente controlado por la regeneración.

1.11.2 Principio de la fermentación

El circuito de la materia en la biósfera consiste en una incesante transformación de descomposición, composición de sustancias, realizado a través de procesos microbianos que varían según las limitaciones medioambientales. Hay dos procesos de descomposición de la materia que se pueden producir de forma sincrónica: el oxidativo (aeróbico) y el fermentativo (anaeróbico). A su vez, el proceso fermentativo se ramifica en la fermentación útil o maduración y en la fermentación perjudicial o putrefacción. Mediante el proceso de fermentación se generan sustancias de diversa calidad nutritiva, siendo necesario para la firmeza natural tanto del terreno como de las plantas.

a) Fermentación perjudicial o putrefacción

La fermentación es un proceso anaeróbico de desintegración de la materia orgánica (proteínas) muerta en sustancias simples mediante la intervención de microorganismos. Se produce una fermentación perjudicial o putrefacta cuando a través de este proceso se generan sustancias que no han sido descompuestas en su totalidad, tales como sulfuro de hidrógeno, metano, amoníaco, etc., y que emiten malos olores. En ese estado de descomposición parcial, estas sustancias no pueden ser absorbidas por las plantas, siendo nocivas para los seres vivos y de difícil disolución.

b) Fermentación útil o maduración

La maduración se produce cuando determinados microorganismos descomponen la materia orgánica en sustancias orgánicas e inorgánicas simples. Por tanto, la maduración es una fermentación útil porque, en ese estado de descomposición total de la materia, las plantas sí pueden absorber directamente las sustancias obtenidas. Como resultado de este proceso fermentativo, los microorganismos regeneradores también generan vitaminas, enzimas, hormonas, antioxidantes, etcétera, que igualmente son aprovechadas por las plantas y suelos. La fermentación útil de la materia orgánica es activada por las sustancias antioxidantes producidas por los microorganismos, puesto que retienen la oxidación en un nivel bajo. La maduración supone un proceso fermentativo muy útil para el medio ambiente, puesto que, por un lado, todas las sustancias generadas fortalecen el suelo y los seres vivos, haciéndolos

más resistentes ante plagas eventuales y, por otro, es un proceso que consume poca energía, conservándola en las sustancias resultantes. Un proceso de putrefacción ya iniciado puede ser transformado en un proceso fermentativo útil si intervienen las bacterias fototrópicas o fotosintéticas, ya que bajo condiciones anaeróbicas estos microorganismos tienen la capacidad de modificar los elementos surgidos de la fermentación perjudicial en sustancias beneficiosas para el medio. El procedimiento para elaborar alimentos fermentados requiere del desarrollo e intervención de microorganismos (levaduras, bacterias, hongos, etc.), dando como resultado alimentos probióticos, con mayor valor nutritivo en comparación con el alimento en crudo y mayores propiedades de conservación. (<https://microorganismoseficientes.>)

El medio natural tiene sus propios mecanismos para autorregenerarse, y en ese ciclo de renovación constante, la naturaleza se mantiene sana y elimina aquello que no lo está. La enfermedad aparece porque el medio natural y los seres vivos han sido esterilizados, lo que provoca la pérdida de su equilibrio microbiano. La pérdida del equilibrio microbiano supone la indefensión del medio natural ante la invasión de patógenos o microbios nocivos al no haber microorganismos beneficiosos que los combatan. De modo que el medio se debilita y enferma al ser colonizado fácilmente por microorganismos que causan putrefacción y oxidación. La salud no es ausencia de microbios, sino equilibrio microbiano. La dualidad oxidación-fermentación determina el proceso de reciclaje de la materia; si en un medio dominan los microorganismos desintegradores se desarrollará una fermentación perjudicial o putrefacción, fomentando la oxidación, de lo contrario, si predominan los regeneradores se producirá una fermentación útil o maduración, facilitando la antioxidación.

Los Microorganismos Eficientes, al ser microorganismos regeneradores, combaten a los desintegradores, impulsando la fermentación útil o maduración y eliminando la putrefacción. Este proceso fermentativo generado por los microorganismos regeneradores permite conservar energía, y aumentar la producción de nutrientes y sustancias beneficiosas.

Higa y Parr (1994) citados por Acosta (2012) indican que lo singular de los microorganismos y de sus capacidades naturales y biosintéticas hace que sea la tecnología idónea (siempre y cuando se den unas condiciones medioambientales y culturales determinadas) para resolver muchos de los difíciles problemas a los que se enfrenta hoy día tanto la investigación científica como otros campos de exploración. Durante los últimos 50 años, la aplicación de los microorganismos ha contribuido considerablemente al avance de diversos ámbitos, que van desde la tecnología médica, incluyendo la salud humana y animal, al tratamiento, seguridad y calidad alimentaria, la protección medioambiental, hasta la biotecnología agropecuaria, que comprende un tratamiento más eficiente de los desechos agropecuarios y urbanos. Muchos de esos avances tecnológicos no hubieran sido posibles mediante la utilización de sencillos métodos de ingeniería química y física en el caso de que se hubiesen producido, estos progresos no hubieran sido práctica ni económicamente viables.

Sin embargo, aunque la aplicación de las tecnologías microbianas en los últimos años ha resuelto con éxito diversos problemas agrícolas y medioambientales, la comunidad científica no las ha aceptado, porque resulta difícil repetir de manera constante sus efectos beneficiosos. Los microorganismos solo son efectivos cuando son aplicados bajo unas condiciones adecuadas y óptimas para que se produzca el metabolismo de los substratos, incluyendo el agua disponible, el oxígeno (que dependerá de si los microorganismos son aerobios o anaerobios) el pH y la temperatura ambiental. Aun así, la disposición en el mercado de cultivos microbianos e inoculantes ha aumentado rápidamente gracias a estas nuevas tecnologías. Los avances más importantes han surgido en áreas donde la orientación técnica se coordina con el marketing de los productos microbianos. Desde que los microorganismos son útiles en la eliminación de problemas derivados del uso de fertilizantes y pesticidas químicos, están siendo ampliamente utilizados en la agricultura natural y orgánica.

1.11.3 Microorganismos eficientes

Chiari (2015) menciona que el profesor Teuro Higa de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en la ciudad de Okinawa, Japón es reconocido como el

padre de la tecnología de microorganismos eficientes (EM) por sus siglas en inglés (efficient micro-organisms). El profesor Higa empezó a estudiar los microorganismos a raíz de un envenenamiento que tuvo con productos químicos agrícolas en las primeras etapas de su carrera científica, siendo un seguidor de la agricultura moderna en la cual se usaban grandes cantidades de químicos y fertilizantes. Mientras trabajaba como instructor de granjas sufrió de enfermedades como urticaria y alergias por los químicos que eran usados en estas áreas. De esta experiencia observó lo dañino que puede ser los químicos y empezó a investigar alternativas de productos, llegando a los microorganismos y que no tuvieran efectos dañinos con la vida y el medio ambiente.

Estos microorganismos resultaron ser los mismos usados durante años en los procesos alimenticios y destilación de alcohol.

Para su investigación, recogió 2,000 especies de microorganismos. El trabajo tomó enormes cantidades de tiempo, excluyendo microorganismos dañinos u olorosos logró encontrar 80 microorganismos eficaces beneficiosos para los seres humanos. En el curso de su investigación el profesor dispuso de una mezcla de microorganismos cerca de algunos arbustos. Pasado un tiempo encontró allí un crecimiento vegetal abundante. Inspirado por el feliz accidente, empezó a investigar las mejores combinaciones hasta que en 1982 hizo la presentación formal de los microorganismos eficientes, como acondicionador del suelo, catorce años después de haber comenzado su investigación. Por otro lado, se desarrolló una tecnología para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques de forma casera, fácil de implementar y de bajo costo. Estos microorganismos son llamados comúnmente “Microorganismos de Montaña” (MM), “Microorganismos eficientes” (ME) o “Microorganismos autóctonos”. Muchos de estos microorganismos cumplen roles benéficos en los procesos biológicos de los suelos y agroecosistemas, y pueden ser encontrados en la capa superficial y orgánica de todo suelo de un ecosistema natural donde no haya habido intervención depredadora del hombre. Los microorganismos beneficiosos conocidos como microorganismos eficientes, son una mezcla compleja de microorganismos que viven de forma natural. A partir de ellos se creó una tecnología que extrae todo el potencial de la naturaleza y

que se ha utilizado como aditivo orgánico en la alimentación de los animales y en el tratamiento de las aguas de albañal (Higa, 1982; citado en Villafañel et al. 2016).

1.11.4 Tecnología de los microorganismos eficientes

La tecnología de los microorganismos eficientes consiste en un cultivo microbiano mixto de especies seleccionadas de microorganismos naturales benévolo o bueno, que coexisten en un medio líquido con un pH 3.5. Los microbios de los microorganismos eficientes, no son dañinos, patógenos, genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados; ni tampoco es una medicina. Los grupos básicos que conforman estos microorganismos eficientes son de tres géneros principales: bacteria ácido láctica (comúnmente encontrada en yogurt, quesos), las levaduras (se encuentran en el pan y cerveza), bacterias fototrópicas (proporcionan oxígeno); estos microorganismos eficientes secretan sustancias benéficas tales como vitaminas, ácido orgánicos, minerales y antioxidantes que al entrar en contacto con la materia orgánica su efecto benéfico individual se multiplica en forma sinérgica. Así mismo, Chiari (2015) indica que los microorganismos eficientes son hongos, bacterias, micorrizas, levaduras y otros organismos, que viven y se encuentran en el suelo de bosques, lugares sombreados y sitios donde en los últimos tres años no se ha utilizado agroquímico. Estos microorganismos habitan y se desarrollan en un ambiente natural. Además menciona que de la influencia tecnológica japonesa, se pueden extraer del suelo y reproducir microorganismos que pueden ser benéficos para la salud animal, desarrollando un inóculo microbiológico de alta eficiencia denominado microorganismos benéficos, eficientes, autóctono y de montaña, como biorreguladores de patógenos, descomponedores de materia orgánica y bioestimulantes orgánicos; incidiendo estos factores de manera integral en la mejoría de la salud animal, elevando los indicadores productivos en cantidad y calidad por lo que se consideran de gran utilidad, contribuyendo al bienestar animal y a facilitar el manejo agropecuario.

1.11.5 Principales microorganismos eficientes

Chiari (2015) informa que los principales grupos de microorganismos considerados como microorganismos eficientes son bacterias del ácido láctico, bacterias fotosintéticas, actinomycetos, levaduras y hongos fermentadores.

- a) **Bacterias del ácido láctico.** Por medio de este proceso las bacterias ácido lácticas nativas presentes en el medio del suelo convierten los azúcares solubles en ácidos orgánicos. Como consecuencia el pH es disminuido hasta un nivel en que las bacterias indeseables quedan inhibidas.

Fox (1994) citado por Tapahuasco (2014) menciona que si suficientes lactobacilos son inoculados dentro del tracto intestinal antes o al momento de haber algún stress o enfermedad (cuanto el equilibrio de la flora intestinal favorece a los patógenos) al nacimiento, destete o después del tratamiento con antibióticos (cuando mínimas bacterias lácticas están presentes) la flora patógena puede ser minimizada y por consiguiente lograr establecimiento de una flora benéfica en el tracto intestinal.

- b) **Levaduras.** Son especies que degradan proteínas complejas y carbohidratos. Producen sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y actividad de otras especies de microorganismos eficientes. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los actinomicetos.

Auclair (2001) citado por Tapahuasco (2014) indican que el modo de acción de las levaduras en especies monogástricas es a nivel de la estimulación del borde del cepillo disacárido, efectos antiadhesivos contra patógenos, estimulación de una inmunidad no específica, inhibición de la actividad de las toxinas y efecto antagonista contra microorganismos patógenos, estimulación de una inmunidad no específica, inhibición de la actividad de las toxinas y efecto antagonista contra microorganismos patógenos. Algunos trabajos de investigación se ha demostrado que puede actuar como un inmuno estimulador e inmuno regulador y puede además incrementar la resistencia inespecífica para un gran número de bacterias que afectan el tracto respiratorio y digestivo.

1.11.6 Funciones de los microorganismos eficientes

Las funciones que brindan los ME, son las siguientes:

- Compiten con los microorganismos dañinos.
- Reciclan los nutrientes para las plantas y animales.
- Producen sustancias que mejoran la digestibilidad animal.

1.11.7 Lugares de residencia de microorganismos eficientes

Los microorganismos eficientes deben obtenerse en bosques naturales, soleados o ligeramente, húmedos, con ninguna o poca intervención antrópica. Existen dos formas muy conocidas para la obtención de microorganismos eficientes autóctonos.

- Unas de las formas de obtención de los microorganismos eficientes es colocar en un recipiente de plástico transparente arroz sancochado sin sal ni aceite, cubrirlo con un pedazo de tela de nylon y asegurarlo bien con una liga. Enterrar el recipiente junto a un talud húmedo, poniendo sobre él materia orgánica semi descompuesta. Después de 2 semanas desentierre el recipiente y sacar el arroz que estará impregnado de microorganismos. Licuar el arroz y mezclar en una solución a base de 1 litro de melaza y tres litros de agua pura y fresca (solución madre).
- Otra manera para obtener microorganismos eficientes, es obtener la primera capa de hojas (2 cm) de los árboles, que todavía no ha iniciado su descomposición y recolectar la segunda capa que contiene muchos microorganismos. De las muestras que se escogen, es mejor descartar las que contengan cepas de color negro, verde y naranja Scheu (1994) citado por Chiari (2015).

1.11.8 Reproducción de microorganismos eficientes

Los microorganismos se conservan en una fase sólida y se utilizan en una fase líquida. Para la fase sólida se necesita: inóculo de microorganismos (hojarasca del bosque), carbohidrato como sustrato (afrecho), azúcar morena o melaza como energía. Mientras que, para la fase líquida, se necesita: un inóculo de microorganismos eficientes autóctonos en sólidos, suero, melaza y agua limpia (sin cloro).

1.11.9 Estudios realizados con microorganismos eficientes

Molina (2012) indica que los microorganismos eficientes autóctonos (EMAs)

establecen una fuente para el sostenimiento y productividad en cuyes (*Cavia porcellus*), de acuerdo a su evaluación determinó que la dosis óptima fue D3F2 (2 cc/l/10 días), de la misma forma estos factores combinados permitieron que haya mayor longitud del cuy y mayor productividad del cuy. En los tratamientos que se aplicaron los EMAs a una dosis de 2 cc/l con una frecuencia de diez días (D3F21) el rendimiento del canal reflejó en porcentaje un afecto positivo en la productividad neta. Con la introducción de estas alternativas biológicas se contribuye a la conservación del medio ambiente y a una producción más limpia y alimentos altamente nutricionales como es la carne de cuy.

Tapie (2013) menciona que el efecto de diferentes dosis de microorganismos eficientes EMs (*Lactobacillus spp* y *Saccharomyces spp*) utilizados en la alimentación de cuyes en tratamientos: T1 (1.25 % EMs); T2 (2.5 % EMs); T3 (5 % EMs) y T4 (testigo). No se determinó diferencias estadísticas significativas para las variables peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia de los tratamientos evaluados, pero si para la variable sexo, siendo el macho el que obtuvo un mayor peso final con 1,191.56 g/cuy, consumo de alimento 4,848.48 g/cuy y el índice de conversión alimenticia fue de 6.73. En base al análisis económico de esta investigación, se recomienda utilizar el tratamiento T2 = 2.5 % EMs en la alimentación de cuyes, por cuanto presenta la tasa marginal de retorno de 238 %, o sea que por cada dólar que se invierte en la alimentación de los cuyes, el productor recupera 1 dólar más \$ 2.38 adicionales.

Vila (2014) en un ensayo de alimentación en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado consumos de 2598 y 2593 g MS/animal, pesos acumulados de 756.0, 728.0 g/animal; con un índice de conversión alimenticia de 3.25. En base al análisis económico, el costo de producción por cuy es de S/ 3.96 y S/ 4.21 (alimentación base más suero y una ración base más la combinación de suero más agua).

Hoyos et al. (2008) en su investigación de utilidad de los microorganismos eficientes (ME) en una explotación avícola de Córdova, utilizaron los microorganismos eficientes que contenían bacterias y levaduras. Evaluaron los parámetros productivos

como ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad acumulada, comportamiento económico y la utilidad de los microorganismos eficientes en la reducción de la carga de coliformes totales presentes en la cama de los pollos. Encontró que los microorganismos eficientes mejoraron los parámetros productivos de las aves machos como ganancia de peso, índice de conversión y mortalidad. Los microorganismos eficientes lograron reducir la carga de coliformes totales presentes en el ambiente de los pollos de engorde. El tratamiento con microorganismos eficientes generó menor costo de producción y una mayor utilidad neta con 8.3 % mayor que el lote control sin microorganismos eficientes.

Cortes y Gómez (2011) en la investigación realizada denominada Eficiencia de microorganismos en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase de relevante, observaron que el grupo de control obtuvo en promedio una ganancia de peso de 18.9 kg comparado con el grupo tratado, que fue de 18.3 kg; los lotes de control obtuvieron una conversión en promedio de 1.34 con un consumo promedio diario de 567.5 g mientras que en los lotes tratados su conversión fue de 1.18 con un consumo diario promedio de 529.65 g. Todo esto permite determinar que la inclusión de microorganismos eficientes en la dieta de lechones en fase de pre iniciación es favorable para mejorar sus índices de conversión, teniendo un consumo menor que el del grupo de control. A pesar de que la ganancia de peso observada en el grupo de control fue mayor, el consumo de estos animales también se incrementó y, por lo tanto, su conversión fue menor.

Julca et al. (2005) indican el uso de los microorganismos eficientes para reducir la producción de amoníaco en heces de cerdos en recría. Realizaron una evaluación de los microorganismos eficientes que fueron suministrados en el agua de bebida, sobre la concentración de amoníaco en las heces de cerdos en recría, a través del contenido de nitrógeno amoniacal. Donde se obtienen los resultados que en la sexta semana hubo diferencias estadísticas entre ambos grupos de investigación, comprobándose de este modo el efecto positivo de los microorganismos eficientes sobre la concentración de amoníaco del ambiente animal.

Gonzalo (2010) indica el uso de los probióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*, manifiesta que los probióticos han sido señalados como reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Así mismo, indica que el efecto de los probióticos en la alimentación animal se evidencia mediante el incremento de los parámetros productivos y mejores condiciones sanitarias. Menciona que la levadura en estudio *Saccharomyces cerevisiae* posee varios mecanismos de acción, a diferencia de las bacterias, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* permanece viva a lo largo del tracto digestivo sin colonizarlo. Indica que la inclusión *S. cerevisiae* en la dieta de cerdos, aumenta la resistencia de los animales al ser sometidos a estrés. También manifiesta que, en aves luego de la inclusión de *S. cerevisiae* y cultivos de bacterias probióticas, observó un incremento en la altura de las vellosidades del duodeno de casi 40 %. Los beneficios obtenidos con *Saccharomyces cerevisiae* se deben a algunos componentes presentes en las paredes celulares de la levadura. Concluye que el uso de microorganismos eficientes es muy beneficioso para la nutrición animal.

Tapahuasco (2014) al evaluar el efecto del uso de probiótico comercial (Prokura polistress) en la crianza de cerdos en crecimiento y acabado. Determinó que en el tratamiento donde se utilizó 23 g de probiótico por cada 100 kg de alimento balanceado, tuvo un mayor incremento de peso vivo, al igual que hubo una mejor conversión alimenticia, así como también el mayor rendimiento de carcasa. Donde manifiesta que el uso de probióticos reduce los costos de alimentación por animal.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (PIPG), ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, en la región Ayacucho a 2760 msnm.

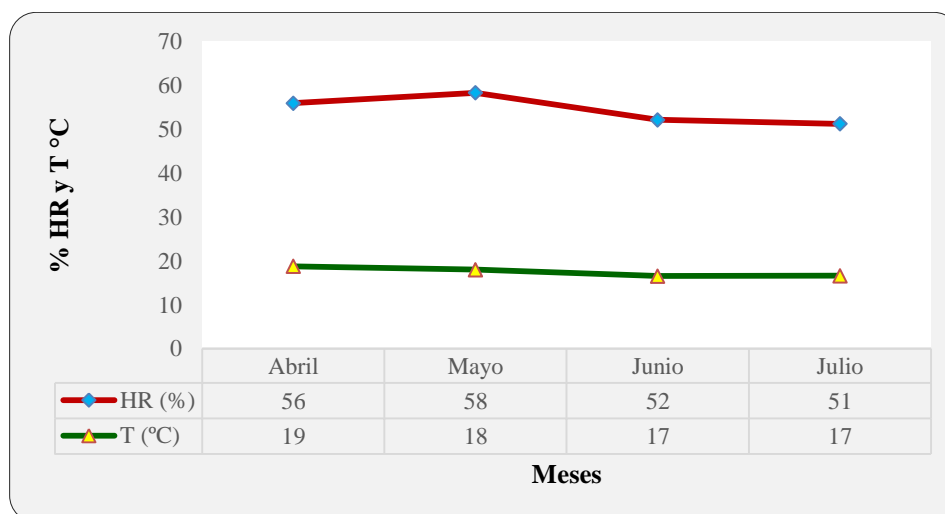


Figura 2.1 Ubicación y localización del área para la investigación

2.2 Condiciones ambientales

Los datos ambientales fueron registrados con un termohidrómetro en el interior del galpón y provienen de lecturas realizadas a 6:30 am, 12:00 m y 6:30 pm. Los datos

registrados fueron temperatura (°C) y humedad relativa (% HR), durante el periodo comprendido entre los meses de abril y julio de 2017 se muestran en la Figura 2.2.



Fuente: Elaboración propia (termohidrómetro), 2017.

Figura 2.2 Variación de las temperaturas y humedad relativa mensuales durante el periodo de evaluación.

2.3 Duración y periodo de evaluación

El periodo de evaluación tuvo una duración de 06 meses, inició en febrero y finalizó a fines de julio de 2017. Que consistió en la recolección y activación de microorganismos eficientes y el periodo de alimentación de los cuyes en recría.

2.4 Instalación y equipos

- Galpón.** Consta de un área de 60.00 m² las paredes son de ladrillo más, techo tipo cerchas de madera, con ventanas en todo el contorno de la construcción dando las condiciones de un lugar con ventilación e iluminación adecuadas.
- Pozas.** Las pozas fueron a base de fierro de construcción y malla galvanizada, asentadas en el suelo, ocupando un área de 20 m² del galpón.
- Comederos.** Los comederos que se utilizaron fueron aquellos elaborados por artesanos de la región a base de arcilla, con una capacidad aproximada de 350 g.
- Bebedores.** Los bebederos fueron de arcilla enlozada, de una capacidad aproximada de 500 mL.
- Balanza.** Se contó con una balanza electrónica de capacidad de 5 kg y sensibilidad en 0.5 g.

- f) **Probetas.** Las probetas de vidrio con una capacidad de 500 mL.
- g) **Pipeta.** Las pipetas fueron de un material de vidrio con una capacidad de 10 mL.
- h) **Otros.** Como: bolsas, artículos de limpieza.

2.5 Materia de evaluación

La solución de microorganismos eficientes (ME), se obtuvo de la siguiente manera.

2.5.1 Obtención de microorganismos eficientes

- Primero: recolección de hojarasca impregnada con microorganismos eficientes, se realizó en la localidad de Amargura, distrito Anco, provincia de La Mar, región Ayacucho. Esta zona posee las condiciones naturales que dan origen a estos microorganismos presentes en la tierra, las hojas secas y los troncos en descomposición. Una vez recolectado se limpió y desmenuzó el material.



Figura 2.3 Selección del bosque para la recolección de hojarasca impregnada de ME en la localidad de Amargura – La Mar.



Figura 2.4 Extracción de hojarasca impregnada de ME para su reproducción en un medio anaerobio.

- Segundo: se agregó restos de molino a la hojarasca desmenuzada, y se mezcló hasta lograr uniformidad. En seguida se diluyó melaza de caña de azúcar en un balde con agua limpia y sin cloro, se agregó esta solución a la mezcla ya preparada (hojarasca + restos de molino). La humedad se determinó realizando la “prueba del puño” que consiste en tomar un puñado de material al oprimir con la mano debe formar una masa donde no escurre agua y que al tocarla con el dedo debe disgregarse con facilidad.

- Tercero: se selló y tapó en un recipiente adecuado, se dejó en reposo por 30 días, en lugar fresco y sombreado para favorecer la reproducción de los microorganismos eficientes.
- Cuarto: una porción de esta muestra se trasladó a la ciudad de Huamanga con la finalidad de aclimatarla y reproducirla.



Figura 2.5 Proceso de la segunda reproducción de microorganismos eficientes.

2.5.2 Activación de microorganismos eficientes

Una vez reproducido los microorganismos eficientes en un medio anaerobio se procedió a su activación.

- Se colocó 200 g de microorganismos eficientes reproducidos en un sustrato sólido dentro de un paño de gasa, éste se mezcló en 7 litros de agua sin cloro, 3 litros de suero de leche de vaca, 20 g de melaza y se removió. Se sumergieron los microorganismos eficientes sólidos dentro del balde, similar a una bolsita de té, se cerró y selló el recipiente y luego se dejó en reposo protegido de la radiación solar y lluvia durante 4 días.



Figura 2.6 Proceso de activación de los microorganismos eficientes

2.5.3 Técnica de dilución y siembra en placas

Con la finalidad de verificar la existencia de microorganismos por mililitro de la solución de microorganismos eficientes se procedió utilizando la técnica de

dilución y siembra en placas con medios de cultivos; la cual se describe a continuación:

- Pesar 10 g de la muestra y agregar a una botella de vidrio transparente con unos 90 mL de solución salina al 0.85 % (diluyente). Luego se agitó durante 2 minutos (dilución 10^{-1}).
- A partir de la dilución 10^{-1} , se tomó 1 mL y se transfirió a un frasco con 9 mL de solución salina obteniéndose la dilución 10^{-2} , de esta dilución se utilizó 1 mL y se agregó a un tubo con 9 mL de solución salina, obteniéndose la dilución de 10^{-3} y así nuevamente hasta la dilución 10^{-6} .
- Se utilizó puntas estériles diferentes para cada dilución. Asimismo, se agitaron los frascos y los tubos para cada dilución.
- Luego se tomó 0.1 mL de la dilución seleccionada y se colocó en el centro de la superficie del medio de cultivo seleccionado para el crecimiento Agar Nutritivo (AN) para bacterias, agar MacConkey para bacterias endogástricas y Agar Papa Dextrosa (APD) para determinar la cantidad de hongos. El cultivo en placas Petri se realizó por triplicado para asegurar el conteo.
- Se extendió la alícuota en la superficie de la placa Petri con una varilla de vidrio previamente esterilizada (inmersa en alcohol y pasándola por la flama del mechero permitiendo su enfriamiento). Se aseguró una distribución homogénea por toda la superficie del medio de cultivo.
- Se incubaron las placas de forma invertida en ausencia de luz. Por periodo de incubación de 6 días.
- Se realizó el recuento de colonias en placas que contenían entre 30 – 300 colonias para bacterias.
- Se realizó el recuento de colonias en placas que contenían entre 8 – 80 colonias para hongos.
- Se expresó los resultados en unidades formadoras de colonias (UFC/g⁻¹) de la muestra.
- Transcurrido el periodo de incubación se realizó el recuento de colonias en cada placa con el fin de determinar el número de microorganismos en la muestra.

Para el reporte de los resultados se usó la siguiente fórmula.

$$UFC_{gmuestra} = \frac{NC * C}{P}$$

Donde:

UFC/g : Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra.

NC : Número de colonias por caja.

C : Concentración de la dilución.

P : Peso en g de muestra.



Figura 2.7 Esquema del proceso mediante el método de dilución

- Para cada uno de las muestras se consideró tres repeticiones, las placas sembradas se incubaron a temperatura del medio ambiente en un lugar oscuro y a las 148 horas se realizó el recuento de colonias.

2.6 Inclusión de microorganismos eficientes en el alimento balanceado

La solución de microorganismos eficientes se incluyó en dosis de 0, 25, 50, 75 y 100 mL por kilogramo de alimento balanceado, para cada día se midió la solución con

una pipeta, se mezcló con el alimento balanceado suministrado por día de acuerdo al peso de este; luego de ello se distribuyó en los comederos en cada una de las pozas.

2.7 Alimentación de los cuyes

Los cuyes fueron alimentados con una base forrajera (alfalfa en verde), equivalente al 10% del peso corporal; y recibieron alimento balanceado con diferentes niveles de microorganismos eficientes. El alimento balanceado se le proporcionó en cantidades suficientes y posibilitar el consumo en cantidad necesaria para satisfacer sus requerimientos diarios ad libitum. La solución de Microorganismos eficientes se incluyó en los tratamientos T2, T3, T4 y T5 en una dosis de 25, 50, 75 y 100 mL por kilogramo de alimento balanceado. La cantidad de forraje se fue aumentando cada dos semanas en función al peso corporal.

El alimento balanceado se preparó en forma manual en base a los porcentajes e ingredientes de la ración, se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Componentes del alimento balanceado en porcentaje (%)

Ingredientes	%
Pancamel	31.20
Subproducto de trigo	19.80
Torta de soya	19.10
Maíz	14.30
Harinilla de trigo	9.50
Pasta de algodón	2.90
Carbonato de calcio	1.30
Grasa de vacuno	0.95
Harina de pluma	0.80
Premix	0.10
Zinc bacitracina	0.05
Total	100

Valor nutritivo 2.1 ED Mcal/Kg, Prot. 18%, Ca 0.81%, P 0.45%.

2.8 Análisis químico del alimento balanceado

Se realizó el análisis proximal para determinar el contenido nutricional del alimento balanceado, resultado que se muestra en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Composición de análisis químico

Alimento	MS	Ceniza	Proteína	Extracto Etéreo	Fibra	ELN
Mezcla preparada para cuyes	91.02	4.73	18.01	5.12	12	51.43

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

2.9 Tratamientos

- **Tratamiento 1 (T1) (Testigo):** Alimento balanceado libre de microorganismos eficientes.
- **Tratamiento 2 (T2):** Con 25 mL de microorganismos eficientes por kilogramo de alimento balanceado.
- **Tratamiento 3 (T3):** Con 50 mL de microorganismos eficientes por kilogramo de alimento balanceado.
- **Tratamiento 4 (T4):** Con 75 mL de microorganismos eficientes por kilogramo de alimento balanceado.
- **Tratamiento 5 (T5):** Con 100 mL microorganismos eficientes por kilogramo de alimento balanceado.

2.10 Unidades experimentales

Para el estudio se emplearon un total de 45 gazapos machos de la raza Perú, destetados a los 20 ± 5 días de edad, los que fueron seleccionados previamente por tamaño y peso.

2.11 Organización de las unidades experimentales y observaciones realizadas

Para el estudio de la influencia de microorganismos eficientes, los cuyes seleccionados se dividieron en 5 tratamientos constituyendo el primero el grupo del “testigo”, lo que se subdividieron en subgrupos de 3 unidades experimentales (UE), se registró el peso respectivo y se distribuyó al azar en pozas colectivas de 3 animales por poza.

Diariamente a cada poza se le administró el forraje fresco en una sola ración (7:00 am) en cantidad equivalente al 10 % del peso vivo de los tres cuyes en cada poza. Cantidad que fue aumentando gradualmente en las semanas posteriores teniendo en cuenta siempre la oferta en el porcentaje indicado. Asimismo, los animales dispusieron en sus respectivos comederos el alimento balanceado. Al final de cada 24 horas se registraba la cantidad residual en el comedero, dicha información fue utilizada para calcular el consumo real del alimento balanceado. Según el tratamiento se incluyó 25, 50, 75 y 100 mL de solución de microorganismos eficientes por kilogramo de alimento balanceado.

Por otro lado, se les ofreció, en un bebedero de arcilla, agua limpia y fresca que fue renovándose diariamente.

Con el registro de todos estos datos se realizaron cálculos de nivel de consumo diario y ganancia de peso diario, el índice de conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y costo de alimentación.

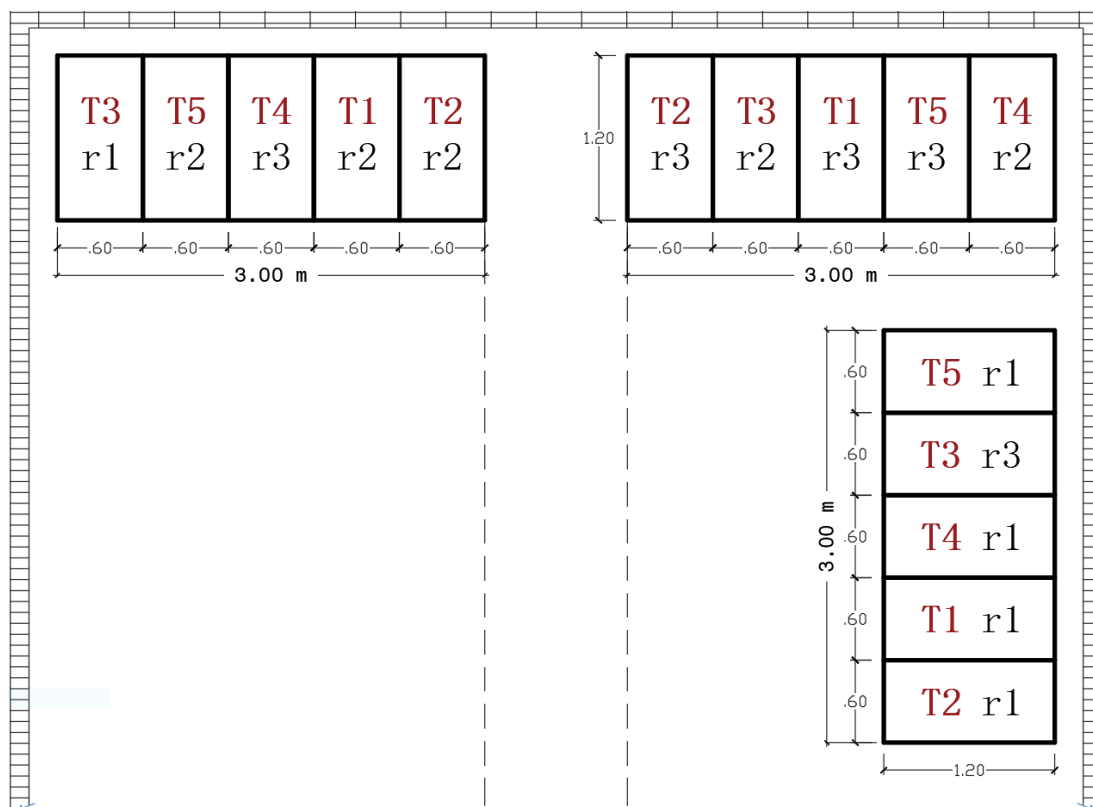


Figura 2.8 Distribución de las unidades experimentales por tratamiento y repetición

2.12 Parámetros evaluados

- **Nivel de consumo de alimento.** Los alimentos se proporcionaron a libre discreción (ad libitum), el control del consumo de alimentos se llevó a cabo diariamente a las 7:00 am evaluándose posibles residuos. Asimismo, fueron alimentados con forraje (alfalfa en verde), equivalente al 10 % del peso corporal.
- **Ganancia de peso.** Para la determinación de ganancia de peso de los animales evaluados, estos fueron pesados cada dos semanas. Para tal efecto, a las 6:00 pm del día anterior el alimento balanceado fue retirado de las pozas, con la finalidad de que los animales sean pesados en ayunas. Con estos datos registrados, se calculó la ganancia de peso acumulado.
- **Índice de conversión alimenticia.** El índice de conversión alimenticia se determinó relacionando el consumo total acumulado de alimento (g de MS) y la ganancia de peso vivo acumulado de los cuyes, respectivamente para cada tratamiento.

$$ICA = \frac{\text{Consumo acumulado (MS)}}{\text{Incremento peso acumulado}}$$

- **Rendimiento de carcasa.** Se determinó al final de la evaluación, beneficiando en total 20 cuyes (4 por tratamiento tomados al azar), sometidos a 12 horas de ayuno. determinándose así el rendimiento de carcasa, de la relación entre el peso de carcasa y peso vivo respectivo multiplicado por 100. Carcasa I incluyó cabeza, patas y las vísceras comestibles (corazón, pulmones, hígado y riñones). Como dato adicional y en función a la exigencia del mercado actual, el rendimiento de carcasa II fue sin incluir la cabeza, patas y las vísceras rojas (corazón, pulmón, hígado y riñones).

$$\text{Rendimiento de carcasa (\%)} = \frac{\text{Peso de carcasa (kg)}}{\text{Peso vivo (kg)}} * 100$$

- **Costo de alimentación.** Para determinar el costo de alimentación, se tuvo en cuenta el consumo del alimento balanceado y forraje verde.
- **Consumo de agua.** Para la evaluación del consumo del agua potable se les proporcionó en cantidad medida en una probeta, así mismo en horas de la

mañana fue registrándose el agua residual, con cuyos datos fueron obteniéndose el valor del consumo real y diario del agua potable.

2.13 Diseño estadístico

La distribución de las unidades experimentales y análisis estadístico respectivo, fue planteada para ser conducido en el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DCBR), con 5 tratamientos y 3 repeticiones.

El modelo aditivo lineal utilizado en el presente experimento es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- μ : Media general común; ME y U.E (cuy)
- T_i : Parámetro, efecto en el nivel i , propio del ME
- β_j : Parámetro, efecto del peso inicial de animales j , propio de cada U.E
- ε_{ij} : Valor aleatorio, error experimental de la U.E i, j
- Y_{ij} : Observación en la unidad experimental

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados determinados en el presente estudio son presentados en siete parámetros los mismos que se detallan a continuación:

- Resultados del contenido microbiológico
- Nivel de consumo de alimentos
- Incremento de peso corporal acumulado por tratamiento
- Índice de conversión alimenticia
- Rendimiento de carcasa
- Costo de alimento
- Consumo de agua

3.1 Resultados del contenido microbiológico

En los resultados obtenidos del recuento de microorganismos con los medios de cultivo de agar nutritivo los tratamientos evaluados presentaron colonias de bacterias. El T1 (testigo) no presentó colonia de microorganismos, pero los tratamientos T2, T5 y la solución madre (ME) si presentaron colonias de microorganismos. Como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Recuento de microorganismos en medios de cultivo de agar nutritivo (AN)

Muestra	Dilución	Resultado UFC/g
ME	10^{-6}	5.4×10^6
T1	10^{-6}	0
T2	10^{-6}	3.5×10^6
T5	10^{-6}	4.55×10^6

En la Tabla 3.2 muestra los resultados obtenidos del recuento de microorganismos con el medio de cultivo de agar con MacConkey (medio de diferenciación selectivo para el aislamiento y la diferenciación de Enterobacterias) para determinar la cantidad de colonias de bacterias en los tratamientos T2 y la solución madre (ME), donde el T1 (testigo) no presentó colonias de microorganismos.

Tabla 3.2 Recuento de microorganismos en medios de cultivo de agar MacConkey

Muestra	Dilución	Resultado UFC/g
ME	-	Incontable
ME	10^{-7}	15.2×10^6
T1	10^{-5}	0
T2	10^{-5}	14.35×10^6

3.2 Nivel de consumo de alimentos

La cantidad de alimento promedio consumido por tratamiento se detalla en la Tabla 3.3; el consumo acumulado en los 70 días de alimentación (forraje seco al aire y alimento balanceado) en los distintos grupos (tratamientos) estos experimentan ligeras variaciones, producto del suministro de forraje verde en cantidades que fueron variando en los diferentes grupos formados; por cuanto, como se ha descrito en el capítulo anterior la cantidad suministrada varió en función a la ganancia de peso de los animales en cada tratamiento. Igualmente, la mezcla complementaria también experimenta ligeras variaciones.

En la tabla 3.3 se aprecia que el consumo total de alimento (MS) varía ligeramente en los distintos tratamientos. Aparentemente la inclusión de microorganismos eficientes en la ración seca no estimularía un mayor consumo.

Producto de ello en la última columna se observa el promedio diario de consumo de alimento seco en la que puede apreciarse ligeras variaciones.

Tabla 3.3 Consumo promedio de alimento en gramos por tratamiento (MS)

Tratamiento	Consumo de forraje verde (g)	Consumo de forraje seco al aire (g)	Consumo de alimento balanceado (g)	Consumo total (g)	X g/día/animal
T1	3,847.08	845.66	2,545.77	3,391.43	48.45
T2	3,835.30	843.07	2,515.22	3,358.29	47.98
T3	3,702.14	813.8	2,412.11	3,225.91	46.08
T4	3,732.63	820.5	2,340.89	3,161.39	45.16
T5	3,577.97	786.5	2,323.56	3,110.06	44.43

La cantidad de alimento consumido por los animales va en aumento gradual y se presenta en relación con el peso corporal. Los cuyes que en su dieta se le suministró microorganismos eficientes presentan resultados de consumos total menores a comparación del testigo y que a mayor dosis de microorganismos eficientes menor es la aceptación del animal. En la misma tabla 3.3 se aprecia que el consumo total de alimento (seco) varía ligeramente en los distintos tratamientos. Aparentemente la inclusión de microorganismos eficientes en la ración seca no estimularía un mayor consumo.

El análisis de variancia (ANVA) del consumo acumulado de alimento en gramos de los diferentes tratamientos, no muestra diferencia estadística resultado que puede observarse en el Cuadro A 2 del anexo.

Al respecto Tapie (2013) en su evaluación determinó que no existe diferencia significativa al incorporar microorganismos eficientes en la dieta del animal; sin embargo, menciona que al alimentar incluyendo (*Lactobacillus spp* y *Sachoromyces spp*) reporta haber determinado durante el periodo de engorde una ingesta 4,848.48 gramos de alimento seco por cuy; cantidad significativamente superior al resultado obtenido en el presente estudio. Este valor podría atribuirse a la alimentación de cuyes con mayor peso inicial.

Por otro lado, Vila (2014) en el ensayo de alimentación realizado en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado consumos ligeramente menores (2,598 y 2,593 g MS/animal); pero que esta diferencia podría

estar relacionada al hecho de haber alimentado animales durante 8 semanas (dos semanas menores al presente estudio).

Sin embargo, Guevara y Carcelén (2015) al suplementar con probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes menciona que el suministro de *Lactobacillus* reporta consumo de 2201,0 g; estos valores son menores a lo obtenido en el presente estudio, podría ser por haber sido alimentados un periodo de 42 días.

Con respecto al trabajo reportado por Serrano (2015) en el estudio realizado sobre la eficiencia del agua en la producción de carne de cuy obtuvo un consumo de 1,737 g en la raza Perú; estos reportes son muy inferiores a lo obtenido en el presente estudio probablemente se debe al tiempo de alimentación.

Significa que la inclusión de microorganismos eficientes en la forma y dosis mencionadas en el capítulo anterior no influye en el mayor consumo por parte de los animales en estudio.

3.3 Incremento de peso corporal acumulado por tratamiento

En la Tabla 3.4; se detalla el incremento de peso corporal promedio total y por periodos de 14 días por tratamientos. Los cuales resumen los valores obtenidos durante la etapa de evaluación. La ganancia de peso en los primeros periodos de alimentación resulta ligeramente superior en la ganancia que los cuyes logran alcanzar el periodo de alimentación. La excepción que podría señalarse, sin embargo, viene en el cuarto periodo (56 días). La mayor ganancia de peso a los 70 días de engorde que lograron los cuyes alimentados 25 y 50 mL/kg de alimento balanceado.

Tabla 3.4 Incremento de peso corporal semanal (g) y acumulado por tratamiento en periodos de 14 días

Días	T1		T2		T3		T4		T5	
	Pesos	Acumulado	Pesos	Acumulado	Pesos	Acumulado	Pesos	Acumulado	Pesos	Acumulado
14	120	120	148	148	118	118	149	149	113	113
28	135	255	153	301	147	265	114	263	141	254
42	150	405	179	480	166	431	153	416	147	401
56	148	553	143	623	153	584	121	537	140	541
70	155	708	175	798	177	761	170	707	145	686
X	10.11		11.40		10.87		10.10		9.80	

La ganancia de peso en los grupos evaluados no es uniforme. La mayor ganancia de peso fue entre el inicio hasta los 42 días, así como entre la 56 a 70 días. En todos los grupos (tratamientos) entre 42 a 56 días no generaron el peso esperado posiblemente esta variación se hubiera dado debido a los cambios del tiempo. Se observa que la menor ganancia de peso lo obtuvo el tratamiento T5 (100 mL/kg), se podría decir que a mayor incorporación de microorganismos eficiente a la dieta del animal no es apetecible para el animal y por ende menor ganancia de peso.

Al análisis de varianza, se observa en el cuadro A 6 del anexo, el incremento de peso acumulado a lo largo de los 70 días de experimentación, no hay evidencia de que la inclusión de microorganismos eficientes en la ración influye sobre posible mejora en la ganancia de peso en los cuyes. Situación para el cual debe tenerse en cuenta considerando la dosis, forma de reproducción de los microorganismos eficientes, su procesamiento y administración en la alimentación.

Por su parte Tapie (2013) reporta haber determinado 682.65 g de peso corporal acumulado por cuy; cantidad ligeramente inferior al resultado obtenido en el presente estudio. Sin embargo, esta diferencia podría atribuirse al periodo de alimentación de cuyes (10 días superiores).

De otro lado, Vila (2014) en un ensayo de alimentación en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado pesos acumulados ligeramente menores (756.0, 728.0 y 622.0 g/animal); pero que esta diferencia podría estar relacionada al

hecho de haber alimentado animales durante 8 semanas (dos semanas menores al presente estudio).

Sin embargo, Guevara y Carcelén (2015) al suplementar con probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes menciona que el suministro de levadura obtuvo una ganancia de peso acumulado de 474.25 g; siendo un valor muy inferior al obtenido en el presente estudio; esta diferencia podría ser por haber alimentado un periodo de 42 días, el cual es inferior al tiempo del presente estudio (70 días).

Los resultados obtenidos fueron superiores al obtenido por Serrano (2015) en un estudio realizado sobre la eficiencia del agua en la producción de carne de cuy, obtuvo una ganancia de peso 534 g; probablemente se debe al tiempo de alimentación.

Tapahuasco (2014) al evaluar el efecto que tiene el uso de probiótico comercial (Prokura polistress) en la crianza de cerdos en crecimiento y acabado. Mencionó que el tratamiento donde se utilizó 23 g de probiótico por cada 100 kg de alimento balanceado, tuvo un mayor incremento de peso vivo de 77 kg. Manifiesta que el uso de probióticos reduce los costos de alimentación por animal.

3.4 Índice de conversión alimenticia

El resultado del índice de conversión alimenticia promedio por tratamiento se detalla en la Tabla 3.5; en cada grupo de cuyes independiente a los diferentes niveles de microorganismos eficientes en el alimento balanceado, la eficiencia con que está transformando en ganancia de peso disminuye gradualmente; es decir, con el paso del tiempo estos se hacen menos eficientes para la utilización de sus respectivos alimentos. El promedio del valor logrado para el índice de conversión alimenticia varió entre 4.78 y 4.20 resultando ligeramente más eficientes los cuyes alimentados con 25 y 50 mL/kg de alimento balanceado.

Tabla 3.5 Índice de conversión alimenticia por tratamiento para los periodos de 14 días

Días	T1	T2	T3	T4	T5
14	3.75	2.86	3.50	2.64	3.55
28	4.69	3.94	3.89	4.93	4.02
42	4.83	4.05	4.41	4.83	4.78
56	5.22	5.34	4.77	5.68	4.76
70	5.44	4.79	4.57	4.35	5.43
Promedio	4.78	4.20	4.23	4.49	4.51

Las eficiencias de conversión alimenticia alcanzadas al utilizar microorganismos eficientes como suplemento en la alimentación de los cuyes durante el periodo de engorde, se obtuvo valores que oscilan entre 4.20 a 4.78, los cuyes consumieron entre 4.20 a 4.78 kg de alimento (forraje verde más alimento balanceado) para producir un kilogramo de peso vivo, bajo las condiciones adecuadas donde se condujo la evaluación. Por otra parte, los investigadores que vienen trabajando con esta especie consideran una conversión eficiente entre 3.0 y 3.5 (Aliaga, 1979; Chauca, 1993; Escobar y Callañaupa, 2002; citado por Serrano, 2015).

Al realizar el análisis estadístico ($p < 0.05$), se observa en el Cuadro A 07 del anexo, para el índice de conversión alimenticia no muestra diferencia estadística hecho que demuestra para las condiciones del estudio, la inclusión de microorganismos eficientes en la ración de cuyes no mejora la eficiencia de los alimentos.

Al respecto Tapie (2013) al alimentar cuyes durante 60 días incluyendo (*Lactobacillus spp* y *Sacharomyces spp*) reporta haber determinado el índice de conversión alimenticia 7.23 por kilogramo de cuy; cantidad altamente superior al resultado obtenido en el presente estudio. Sin embargo, esta diferencia podría atribuirse por el mayor peso inicial por parte de los animales en estudio, así como también al potencial genético de los animales en evaluación.

De otro lado, Vila (2014) en un ensayo de alimentación en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado un índice de conversión alimenticia

ligeramente menor (3.25); pero que esta diferencia podría estar relacionada al hecho de haber alimentado animales con alimento peletizado (cogorno) durante 8 semanas (dos semanas menores al presente estudio).

Así mismo, los valores obtenidos fueron similares a lo obtenido por Guevara y Carcelén (2015) al suplementar con probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes, indicaron conversión alimenticia de 4.4 a 4.6 en un periodo de 42 días.

Tapahuasco (2014) en la evaluación del efecto que tiene el uso de probiótico comercial (Prokura polistress) en la crianza de cerdos en crecimiento y acabado; menciona que el tratamiento donde se utilizó 23 g de probiótico por cada 100 kg de alimento balanceado, tuvo una mejor conversión alimenticia de 2.73 a comparación del testigo.

3.5 Rendimiento de carcasa

El rendimiento de carcasa promedio por tratamiento se detalla en la Tabla 3.6; el peso de la carcasa varía ligeramente en rangos entre 688 y 775 g el mayor peso de canal corresponde a los grupos alimenticios con 25 y 50 mL/kg de alimento balanceado.

La carcasa I es aquella que incluye la cabeza, patas y órganos comestibles (corazón, hígado, pulmones y riñones); a diferencia el carcasa II es aquella que ya no incluye éstas, como se puede observarse; existe diferencia entre estas dos formas de presentación. Se presta mayor importancia a la presentación sin inclusión de cabeza, patas ni órganos rojos el mercado nacional e internacional actualmente exige así.

El rendimiento de carcasa I que se muestra en la tabla se aprecia que varía entre 72 % a 75 % está conformada de cabeza, patas y órganos rojos (hígado, pulmones, riñones y corazón) de los diferentes grupos (tratamiento), la inclusión de microorganismos mejora el rendimiento de carcasa. En la misma tabla se observa que el rendimiento de la carcasa II (sin cabeza, sin patas y sin vísceras comestibles) varía de un 52 % a 56 % siempre mostrándose que un mejor rendimiento lo tiene los tratamientos con microorganismos eficientes.

Tabla 3.6 Rendimiento de carcasa

Tratamientos	Rendimiento de carcasa (%)	
	Carcasa I	Carcasa II
T1	72	52
T2	75	56
T3	75	56
T4	72	55
T5	72	53

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) no se encontró diferencia significativa entre bloque y tratamientos (ver Cuadro A 13 del anexo).

Por su parte, Tapie (2013) al alimentar cuyes durante 60 días incluyendo (*Lactobacillus spp* y *Sachoromyces spp*) reporta haber determinado un rendimiento de carcasa 65.53 % por cuy; cantidad inferior al resultado obtenido. Sin embargo, esta diferencia podría atribuirse que en el presente estudio la alimentación de cuyes fue en un periodo mayor. Así mismo, Tapahuasco (2014) en la evaluación del efecto que tiene el uso de probiótico comercial (Prokura polistress) en la crianza de cerdos en crecimiento y acabado. Mencionó que el tratamiento donde se utilizó 23 g de probiótico por cada 100 kg de alimento balanceado, tuvo un mejor rendimiento de carcasa de 61.69 %.

En la evaluación realizada por Ccahuana, (2008) citada por Morales (2009) menciona que, el rendimiento de carcasa en animales alimentados exclusivamente con forraje, fue de 56.57 %, siendo el peso alcanzado a la edad de sacrificio de 624 g, mientras que en cuyes alimentados bajo una forma mixta (forraje + Alimento balanceado) alcanzan un peso al sacrificio de 852.44 g alcanzando un rendimiento de 65.75 %, mientras que animales alimentados exclusivamente con una ración balanceada mejora los rendimientos de carcasa a 70.98 % con pesos a la edad de sacrificio de 851.73 g.

3.6 Costo de alimentación

Los costos de alimentación se aprecian en la Tabla 3.7; se determinaron de acuerdo al consumo y al costo del alimento teniendo en consideración el costo del alimento balanceado y de la alfalfa para cada tratamiento vario entre S/ 5.3 a S/ 5.7 soles.

Tabla 3.7 Costo de alimentación por tratamiento por animal

Tratamientos	Consumo de alimento (Kg)	Consumo de FV (Kg)	Costo del alimento balanceado (Kg)	Costo de alfalfa (S/)	Costo de ME/L	Costo por animal (S/)
T1	2.51	3.85	1.5	0.5	0.0	5.70
T2	2.46	3.84	1.5	0.5	0.1	5.70
T3	2.40	3.70	1.5	0.5	0.1	5.60
T4	2.29	3.73	1.5	0.5	0.1	5.40
T5	2.28	3.58	1.5	0.5	0.1	5.30

Al respecto Vila (2014) menciona que la alimentación en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado un costo de alimentación de consumos de ración base más alimento balanceado y suero (S/ 3.96) y de una alimentación de la ración base más la combinación de suero más agua (S/ 4.21) ligeramente menores a los obtenido; pero, esta diferencia podría estar relacionada al hecho de haber alimentado animales durante 8 semanas (inferior por dos semanas con respecto al presente investigación).

Así mismo, Tapahuasco (2014) al evaluar el efecto que tiene el uso de probiótico comercial (Prokura polistress) en la crianza de cerdos en crecimiento y acabado. Donde manifiesta que el uso de probióticos reduce los costos de alimentación por animal.

3.7 Consumo de agua

El consumo de agua promedio por tratamiento se detalla en la Tabla 3.8, producto de la evaluación de 70 días. Como se aprecia en la Tabla 3.8; el consumo de agua varía ligeramente en los distintos tratamientos entre 52.69 a 47.90 mL/día/animal.

Tabla 3.8 Consumo de agua por tratamiento cada 14 días en mililitros (mL)

Días	T1	T2	T3	T4	T5
14	414	427	393	366	346
28	674	603	587	550	482
42	842	782	748	728	710
56	772	729	842	755	777
70	986	984	879	943	970
Consumo total a los 70 días	3,688	3,525	3,449	3,342	3,353
x/día	52.69	50.36	49.27	47.74	47.90

Al realizar el análisis de variancia (ANVA) el consumo total de agua (mL) de los tratamientos; donde, no mostraron diferencias estadísticas significativas, observar en el Cuadro A 17 del anexo.

Aparentemente la inclusión de microorganismos eficientes en la ración seca estimularía un menor consumo de agua. Los valores hallados en la evaluación se aproximan a lo mencionado por Zaldívar y Chauca (1975) la necesidad de agua de bebida en los cuyes está supeditada al tipo de alimentación que reciben. Si se suministra un forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario suministrar agua. Si se suministra forraje restringido 30 g/animal/día, requiere 85 mL de agua, siendo su requerimiento diario de 105 mL/kg de peso vivo. Los valores determinados se aproximan a lo mencionado.

Al respecto Vila (2014) en un ensayo de alimentación en cuyes incluyendo el suero de leche de vaca reporta haber determinado consumos de agua ligeramente superior (76.4 mL/animal); pero que esta diferencia podría estar relacionada a la edad del animal en estudio.

CONCLUSIONES

1. La inclusión de microorganismos eficientes en el alimento para cuyes, en las condiciones del estudio y dosis (25 a 100 mL/kg), no influye sobre las variables evaluadas (consumo de alimento, incremento de peso corporal, índice de conversión alimenticia y el rendimiento de carcasa).
2. El costo de alimento para cuyes en recría varió entre S/ 5.70 y 5.30 con ligera tendencia a disminuir a medida que se incrementa la dosis de los microorganismos eficientes.

RECOMENDACIONES

- Continuar en la investigación sobre el uso de microorganismos eficientes naturales y comerciales en la alimentación de cuyes, variando la forma de presentación (sólido o líquido) y las dosis.
- Utilizar otros insumos como fuente de carbohidratos (melaza, azúcar, chancaca) para la multiplicación de los microorganismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A. 2012** Microorganismos eficientes de montaña: Evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica (Tesis de grado) Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Disponible en: repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/.../Microorganismos_eficientes_de_montana.pdf. Accedido el 20 de marzo del 2017.
- Aliaga, L. 1979.** Producción de cuyes. Universidad Nacional Centro del Perú – Huancayo. Disponible en la biblioteca de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Accedido 25 de abril del 2017.
- Alvarado, E. 2006.** Efecto de diferentes levaduras sobre la producción lechera en vacas bajo condiciones de pastoreo. Disponible en: <http://www.safagri.com/spanish/INFORTEC/rumiantes3.htm>. 2006. Accedido el 16 abril 2017.
- Carbajal, C. 2015.** Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el valle del Mantaro. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Departamento Académico de Nutrición. Disponible en: repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1858/L02.C263-T.pdf. Accedido el 20 de mayo del 2017.
- Cortés, F. & Gómez, L. 2011.** Eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase prelevante. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/download/606/572>. Accedido el 20 de setiembre del 2017.
- Chauca, L. 1997.** Manual de producción de cuyes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. Crianzas Familiares Instituto Nacional de Investigación Agraria La Molina, Perú. Disponible: www.fao.org/docrep/W6562S/W6562S00.htm. Accedido el 20 de mayo del 2017.
- Chauca, L. 2015.** Manual de producción de cuyes. Curso virtual instituto nacional de innovación Agraria. Dirección de desarrollo tecnológico agrario.

Subdirección de productos agrarios. Área de transferencia de tecnología y servicios agrarios. Accedido el 25 de agosto 2017.

Chiari, G. 2015. Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina (Tesis de Magister Scientiae en Agroforestería). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela Posgrado, Costa Rica. Disponible en: repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/.../1/Evaluacion_de_forrajes_enriquecidos.pdf. Accedido 20 de abril 2017.

Escalona, M. A. 2011. Microorganismos efectivos su extracción y uso. Disponible: <http://www.uv.mx/personal/asuarez/files/2011/02/Microorganismos-efectivos.pdf>> Acceso 26 de abril 2017.

Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón (EEAITAJ). Microorganismos eficaces™ (EM™) (2013).

Disponible: www.emuruguay.org/PDF/Microorganismos_Eficaces_EM_Presentacion_breve.pdf. Accedido el 02 de noviembre del 2017.

Escobar, R. 2015. Influencia de la edad en el rendimiento de masa muscular en cuyes mejorados. Ayacucho, 2015. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Escuela de Agronomía. Disponible en: repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/1071/T-INV_150107.pdf? Accedido el 20 de octubre del 2017.

Hoyos, H.; Alvis, G.; Jabib, R.; Garcés, B.; Pérez, D. y Mattar, V. 2008 Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola de Córdoba. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible: www.redalyc.org/pdf/693/69311191013.pdf. Accedido el 10 de mayo 2017.

García, D. 2014. Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos en cuyes (*Cavia porcellus*), raza Perú, en el distrito de Frías. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura, Facultad de Zootecnia, Escuela profesional de Ingeniería Zootécnica. Disponible: repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/896/ZOO-GAR-DED-14.pdf? Accedido el 05 de julio del 2017.

- Guevara, J. & Carcelén, F. 2014.** Efecto de suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes. (Tesis de grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Revista Per. Ingeniería Química vol.17. Accedido 10 de noviembre del 2017.
- Microorganismos Eficientes Medio ambiente y Biotecnología ecológica (2013).**
<https://microorganismoseficientes.wordpress.com/2013/07/20/fermentacion-util-con-los-microorganismos-eficientes/>
- Microorganismos Eficientes Medio ambiente y Biotecnología ecológica (2013).**
<https://microorganismoseficientes.wordpress.com/2013/12/22/microorganismos-beneficiosos-y-efectivos-para-una-agricultura-sostenible/>
- Molina, N. 2012** Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMAs) en la Productividad del Cuy. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica. Disponible en:
repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3289/1/Tesis-34agr.pdf.
Accedido 10 de noviembre del 2017.
- Morales, M. 2009.** Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes de la raza Perú. (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria. Accedido 10 de noviembre del 2017. Disponible revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe › Inicio › Vol. 22, Núm. 3 (2011) › Morales M.
- Montes, T. 2012.** Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes (guía técnica Agrobanco) en Cajabamba – Cajamarca. Accedido 10 de noviembre del 2014. Disponible en
<https://issuu.com/ricardososasaldarriaga/docs/015-a-crianza-tecnificada>.
- Ramírez, M. 2006.** Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible, Universidad industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química Disponible en;
<https://www.hortiocio.com/app/.../MICROORGANISMOS+EFICIENTES+TESJS.pdf> Accedido el 20 de noviembre del 2017.
- Ramírez, C.; Rosas, P.; Velázquez, M.; Armando, J. y Arce, F. 2011.** Bacterias lácticas, importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Unidad académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma

de Nayarit. Disponible en; fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf.
Accedido el 20 de noviembre del 2017.

- Rico, N. & Rivas, V. 2003.** Manual sobre el manejo de cuyes. Benson Agriculture and Food Institute. Provo, UT, EE.UU. Proyecto Mejocuy disponible en; m.redmujeres.org/biblioteca%20digital/manual_manejo_cuyes. Accedido 12 de abril del 2017.
- Sánchez, J. 2013.** Estimación del parasitismo gastrointestinal en cuyes (*Cavia porcellus*) de la ciudad de Huancayo - departamento de Junín. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria. Disponible en revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe › Inicio › Vol. 22, Núm. 3 (2013) › Morales M. Accedido 12 de abril del 2017.
- Sarria, J. 2005.** Revista de producción comercial de cuyes. En el departamento de Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en www.care.org.pe/wpcontent/uploads/2015/06/Guia-de-Produccion-de-Cuyes1.pdf. Accedido 25 de mayo del 2017.
- Serrano, K. 2015.** Estudio preliminar de la eficiencia de uso de agua en la producción de carne de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en confinamiento. Ayacucho a 2750 m.s.n.m (Tesis de Grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Escuela de Agronomía. Accedido el 20 de setiembre del 2017.
- Tapie, J. 2011.** Evaluación del efecto de EMs (*Lactobacillus spp.*, y *Saccharomyces spp.*), como aditivos nutricionales en la alimentación de cuyes. (Tesis de Grado). Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario. Tulcán – Ecuador. Disponible en: 181.198.77.140:8080/xmLui/handle/123456789/30?show=full. Accedido el 2 de octubre del 2016.
- Vila, J. 2014.** Inclusión del suero de leche en la alimentación de cuyes machos de recría (*Cavia porcellus*) y su evaluación en el engorde Ayacucho 2760 m.s.n.m. (Tesis de Grado). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Escuela de Agronomía. Accedido el 20 de setiembre del 2017.

Villafañe, A; Font, H. y Pascual, Y. 2016. Revista Computadorizada de Producción Porcina Efecto de microorganismos beneficiosos para la flora intestinal como aditivo en lechonas. Disponible en:
www.iip.co.cu/RCP/233/233_08JAVillafane.pdf. Accedido el 20 de noviembre del 2017.

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza del consumo acumulado de MS en gramos

Cuadro A 1 Consumo acumulado MS por tratamiento y bloques en gramos a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	3302.39	3543.22	3321.65	3303.99	3207.49	16678.74
II	3206.92	3228.44	3065.29	3107.80	3014.99	15623.44
III	3664.99	3303.20	3290.78	3072.37	3107.69	16439.04
Total	10174.30	10074.86	9677.72	9484.16	9330.17	48741.21
Promedio	3391.43	3358.29	3225.91	3161.39	3110.06	3249.41

Cuadro A 2 Análisis de varianza del consumo acumulado MS en gramos a los 70 días. Huamanga – Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	122,421.76	61,210.88	3.57	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	179,235.37	44,808.84	2.61	3.11	5.03 ns
Error	8	137,323.98	17,165.50			
Total	14	438,981.11				

CV = 4.03 %

Cuadro A 3 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$) del consumo acumulado MS. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T1	3391.43 a
T2	3358.29 a
T3	3225.91 a
T4	3161.39 a
T5	3110.06 a

Cuadro A 4 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha= 0.05$) del consumo acumulado MS. Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Medias
I	3335.75 a
III	3287.81 a
II	3124.69 a

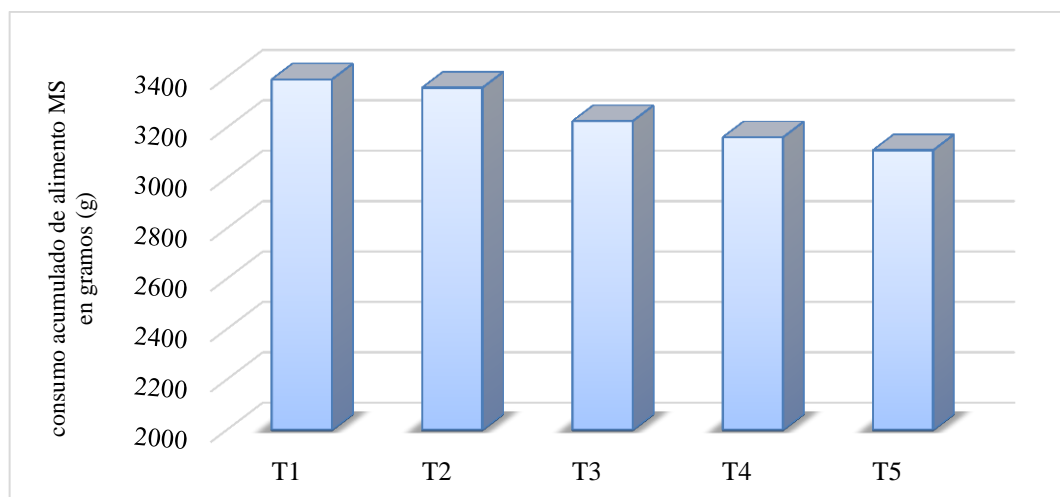


Gráfico A 1. Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al consumo acumulado MS/animal

Anexo 2

Análisis de varianza de ganancia de peso acumulado en gramos

Cuadro A 5 Ganancia de peso acumulado por tratamiento y bloques en gramos a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	619.67	780.00	830.17	722.00	657.33	3,609.17
II	750.67	797.33	731.67	698.33	765.25	3,743.25
III	774.50	825.00	731.00	691.5.00	659.00	3,681.00
Total	2,144.83	2,402.33	2,292.83	2,111.83	2,081.58	11,033.42
Promedio	714.94	800.78	764.28	703.94	693.86	735.56

Cuadro A 6 Análisis de varianza de la ganancia de peso acumulado en gramos a los 70 días. Huamanga-Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	1,800.90	900.45	0.26	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	24,724.23	6,181.06	1.78	3.11	5.03 ns
Error	8	27,800.74	3,475.09			
Total	14	54,325.87				

CV=8.01 %

Cuadro A 7 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha= 0.05$) del peso acumulado en gramos. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T1	714.94 a
T2	800.78 a
T3	764.28 a
T4	703.94 a
T5	693.86 a

Cuadro A 8 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha= 0.05$) del peso acumulado en gramos. Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Medias
II	748.65 a
III	736.20 a
I	721.83 a

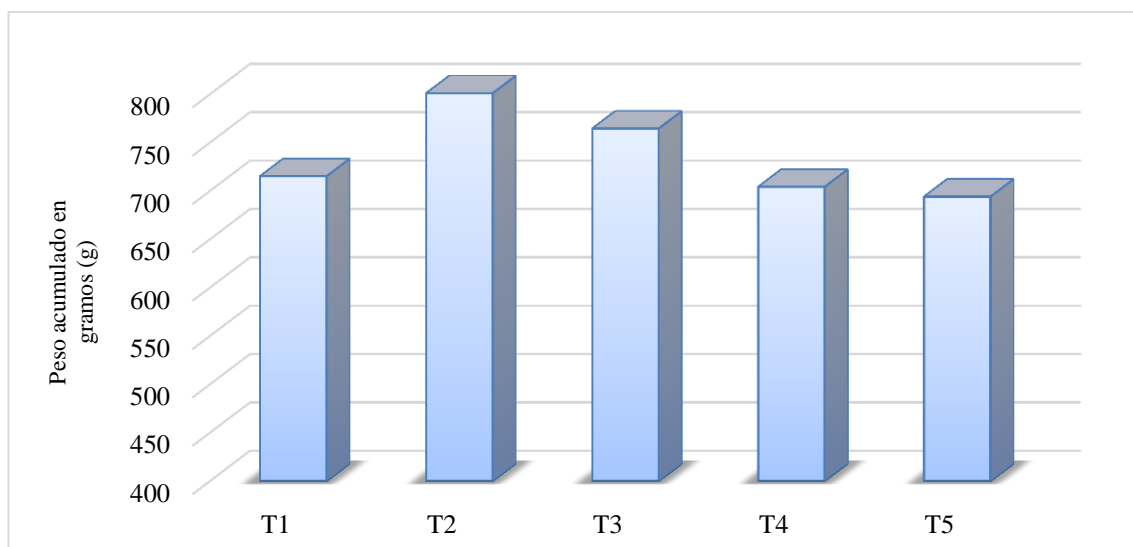


Gráfico A 2. Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al peso acumulado por tratamiento

Anexo 3

Análisis de la varianza de índice de conversión alimenticia

Cuadro A 9 Índice de conversión alimenticia por tratamiento y bloques en gramos a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	5.33	4.54	4.00	4.58	4.88	23.33
II	4.27	4.05	4.19	4.45	3.94	20.90
II	4.73	4.00	4.50	4.44	4.72	22.40
Total	14.33	12.6	12.69	13.47	13.54	66.63
Promedio	4.78	4.2	4.23	4.49	4.51	4.44

Cuadro A 10 Análisis de varianza del índice de conversión alimenticia a los 70 días. Huamanga – Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	0.60	0.30	3.06	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	0.67	0.17	1.71	3.11	5.03 ns
Error	8	0.78	0.10			
Total	14	2.06				

CV=7.05 %

Cuadro A 11 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$) del índice de conversión alimenticia. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T2	4.20 a
T3	4.23 a
T4	4.49 a
T5	4.51 a
T1	4.78 a

Cuadro A 12 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los bloques en el análisis del índice de conversión alimenticia. Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Medias
I	4.67 a
III	4.48 a
II	4.18 a

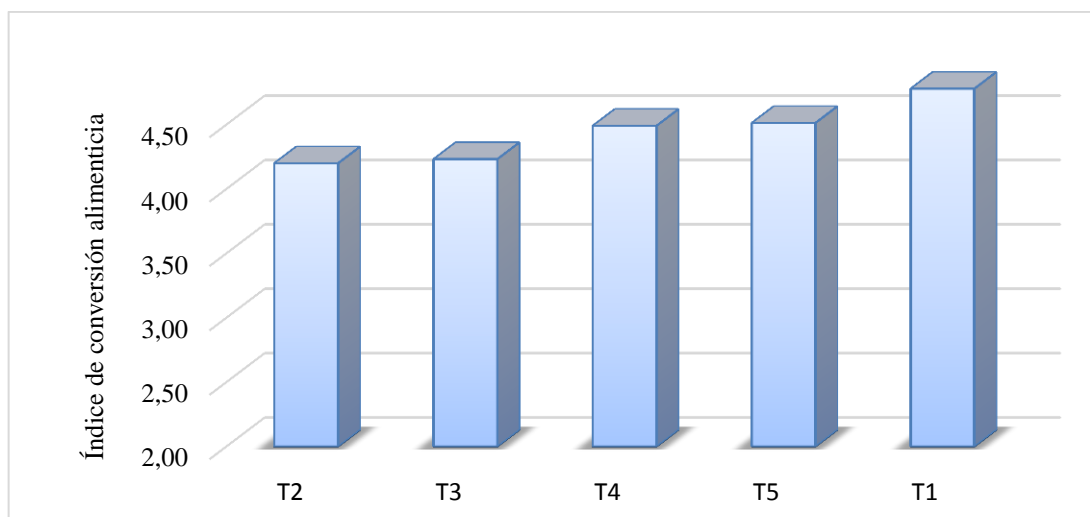


Gráfico A 03 Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al índice de conversión alimenticia por tratamiento

Anexo 4

Análisis de la varianza de rendimiento de carcasa

Cuadro A 13 Rendimiento de canal I por tratamiento y bloques en gramos a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	72.00	80.00	74.00	71.00	73.00	370.00
II	74.00	75.00	75.00	72.00	74.00	370.00
III	70.00	71.00	75.00	72.00	70.00	358.00
Total	216.00	226.00	224.00	215.00	217.00	1,098.00
Promedio	72.00	75.00	75.00	72.00	72.00	73.20

Cuadro A 14 Análisis de varianza del rendimiento de carcasa a los 70 días. Huamanga – Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	19.20	9.60	1.95	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	33.73	8.43	1.71	3.11	5.03 ns
Error	8	39.47	4.93			
Total	14	92.40				

CV=4.87 %

Cuadro A 15 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$) del rendimiento de canal I. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T2	75 a
T3	75 a
T4	72 a
T5	72 a
T1	72 a

Cuadro A 16 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los bloques en el análisis de rendimiento de canal I. Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Medias
III	72 a
I	74 a
II	74 a

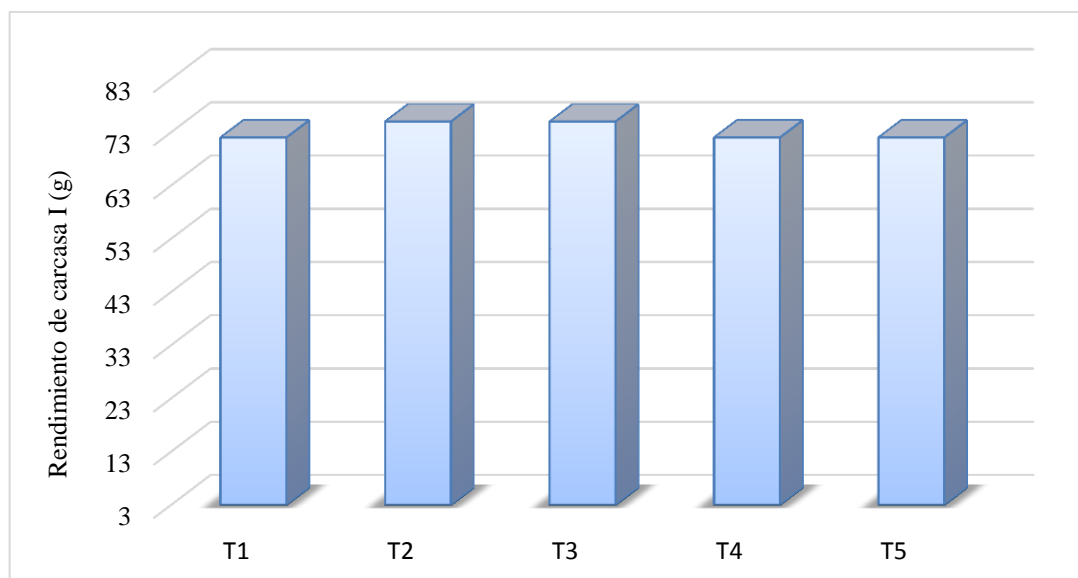


Gráfico A 04 Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al rendimiento de carcasa I por tratamiento

Análisis de la varianza de rendimiento de carcasa

Cuadro A 17 Rendimiento de carcasa II por tratamiento y bloques en gramos a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	52.00	56.00	60.00	56.00	55.00	279.00
II	52.00	59.00	54.00	55.00	53.00	273.00
III	52.00	53.00	55.00	54.00	51.00	265.00
Total	156.00	168.00	169.00	165.00	159.00	817.00
Promedio	52.00	56.00	56.33	55.00	53.00	54.47

Cuadro A 18 Análisis de varianza del rendimiento de carcasa II a los 70 días. Huamanga – Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	19.73	9.87	2.73	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	43.067	10.77	2.98	3.11	5.03 ns
Error	8	28.93	3.62			
Total	14	91.73				

Cuadro A 19 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$) del rendimiento de carcasa. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T1	52 a
T2	56 a
T3	56 a
T4	55 a
T5	53 a

Cuadro A 20 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los bloques en el análisis del rendimiento de carcasa. Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Mediana
III	56.00 a
I	55.00 a
II	53.00 a

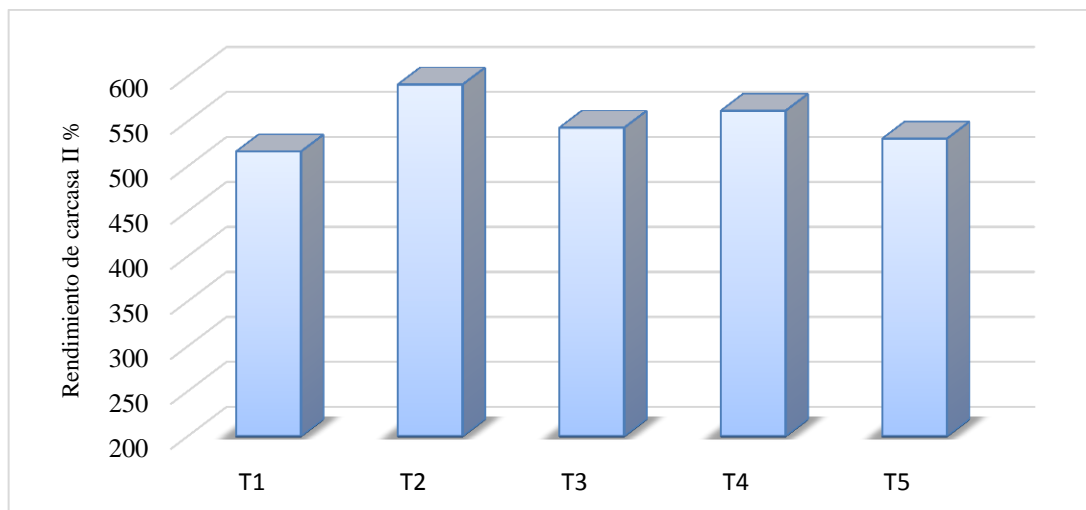


Gráfico A 5 Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al rendimiento de carcasa (carcasa II) por tratamiento

Anexo 5

Análisis de la varianza del costo de alimentación

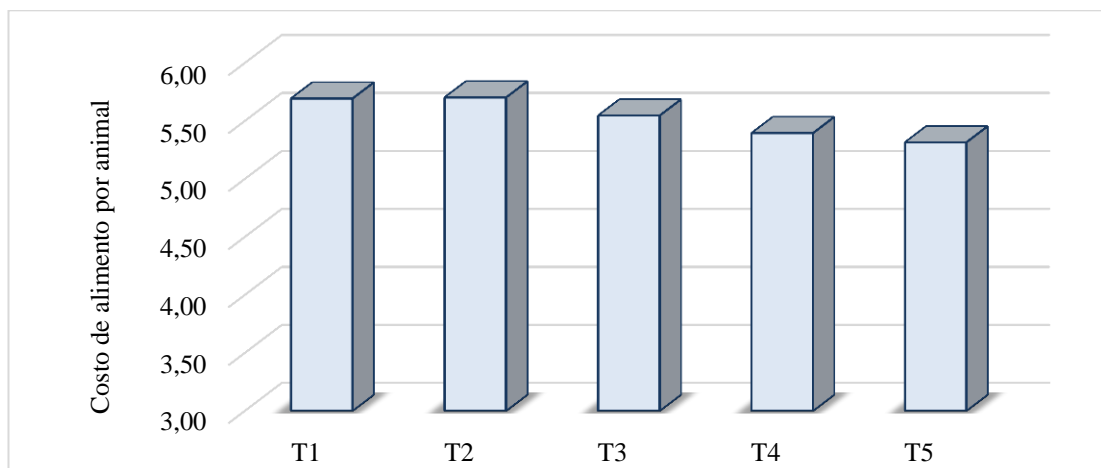


Gráfico A 6 Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al costo de alimentación por tratamiento

Anexo 6

Análisis de la varianza del consumo de agua

Cuadro A 21 Consumo de agua por tratamiento y bloques en mililitros a los 70 días

Bloque	Tratamiento					Bloque Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
I	3,606.00	3,565.00	3,327.00	3,180.00	3,638.00	17,316.00
II	3,679.00	3,405.00	3,458.00	3,520.00	3,253.00	17,315.00
III	3,778.00	3,621.00	3,501.00	3,282.00	3,168.00	17,350.00
Total	11,063.00	10,591.00	10,286.00	9,982.00	10,059.00	51,981.00
Promedio	3,687.67	3,530.33	3,428.67	3,327.33	3,353.00	3,465.40

Cuadro A 22 Análisis de varianza del consumo de agua a los 70 días. Huamanga – Ayacucho, 2017

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Bloques	2	35,438.80	17,719.40	0.68	3.73	6.51 ns
Tratamientos	4	259,992.93	64,998.23	2.51	3.11	5.03 ns
Error	8	207,357.87	25,919.73			
Total	14	502,789.60				

CV=4.65 %

Cuadro A 23 Prueba de contraste de Tukey ($\alpha=0.05$) del consumo de agua. Huamanga – Ayacucho, 2017

Tratamiento	Medias
T2	3,530.33 a
T3	3,428.67 a
T4	3,327.33 a
T5	3,353.00 a
T1	3,687.67 a

Cuadro A 24 Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) de los bloques en el análisis del consumo de agua (mL). Huamanga – Ayacucho, 2017

Bloque	Medias
II	3,526.00 a
I	3,463.20 a
III	3,407.00 a

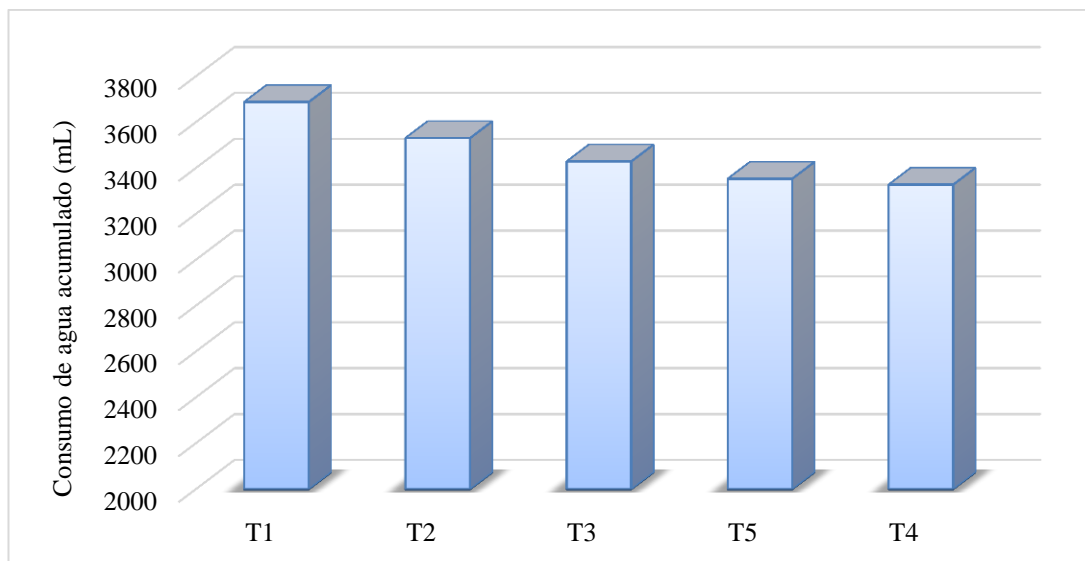


Gráfico A 7 Análisis comparativo del efecto de los tratamientos con respecto al índice de conversión alimenticia por tratamiento.

Anexo 7
Panel fotográfico



Foto 01 En la imagen se observa el área de instalación para la evaluación



Foto 02 En la fotografía de muestra la incorporación de paja en las pozas



Foto 03 Observamos el acondicionamiento del área para la evaluación



Foto 04 En la fotografía se observa los gazapos para la selección



Foto 05 Donde se muestra la selección de gazapos para la realizar la evaluación



Foto 06 Observamos el aretado de los gazapos para la selección e identificación



Foto 07 Se observa las pozas con los respectivos gazapos



Foto 08 Nos muestra la incorporación de los gazapos en las pozas respectivas



Foto 09 En la fotografía se observa la medición de agua con la probeta



Foto 10 En la imagen nos muestra la incorporación de ME a la ración del alimento balanceado



Foto 11 y 12 En la foto izquierda se observa cuyes beneficiados, mientras en derecha se observa el control del peso

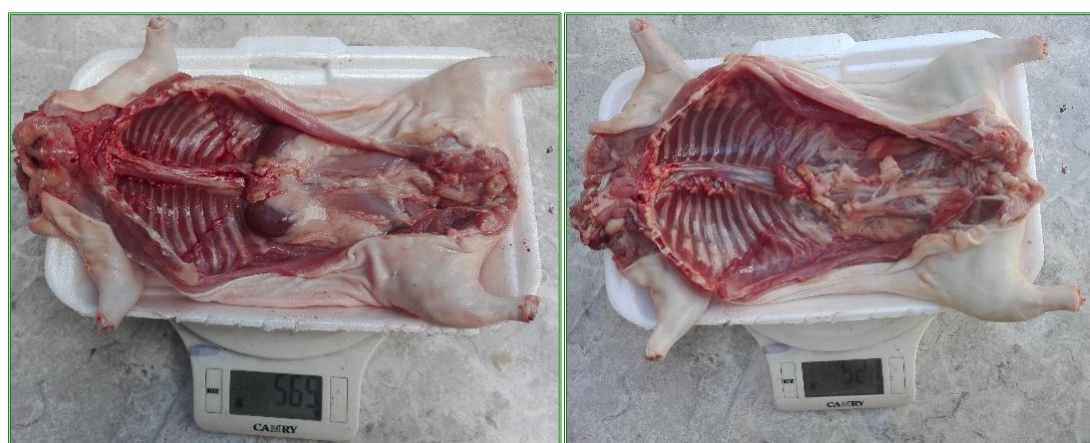


Foto 13 y 14 Al lado izquierdo se observa el control del peso de cuyes con riñones y en el derecho se muestra sin riñón

Anexo 8

Análisis microbiológico de la muestra sólida de ME realizado en el laboratorio



"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y
CONSULTORES S.A.C."
LABORATORIO DE ENSAYO

**Información General**

Matriz : Sustrato de Microorganismos Pág. 2/2
 Solicitud de Análisis : COT-132
 Muestreado por : Cliente
 Procedencia :
 Identificación de Laboratorio : K-00234
 Tipo de Muestra : Sustrato de Microorganismos
 Identificación de Muestra : A-1
 Forma de presentación : Bolsas de Polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2017-12-05
 Fecha Muestreo : 2017-12-05 Hora de muestreo : 13:45
 Fecha de Inicio del ensayo : 2017-12-06 Fecha de término : 2017-12-14

RESULTADOS**Análisis Microbiológico**

Parámetro	Medio de cultivo	Resultados		
		10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Numeración de hongos (UFC/g)	Agar sabouraud	18	10	5
Numeración de bacterias (UFC/g)	Agar extracto de suelo	45	33	21
Numeración de actinomicetos (UFC/g)	Agar glutamato	15	10	3

Saul A. Chuchón Martínez
 GERENTE GENERAL

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com

Anexo 9

**Análisis microbiológico de la muestra sólida de ME para el descarte de
Escherichia coli realizado en el laboratorio**



**"KAWSAY LAB ASOCIADOS Y
CONSULTORES S.A.C"**
LABORATORIO DE ENSAYO



Información General

Matriz : Sustrato de Microorganismos Pág. 2/2
 Solicitud de Análisis : COT-132
 Muestreado por : Cliente
 Procedencia :
 Identificación de Laboratorio : K-00235
 Tipo de Muestra : Sustrato de Microorganismos
 Identificación de Muestra : A-1
 Forma de presentación : Bolsas de Polietileno
 Fecha de Recepción de la Muestra : 2017-12-05
 Fecha Muestreo : 2017-12-05 Hora de muestreo : 13:45
 Fecha de Inicio del ensayo : 2017-12-06 Fecha de término : 2017-12-14

Análisis	Resultado	Unidad
Microbiología		
Coliformes Termotolerantes (N). Agua. SMEWW-APHAWWA-WEF 9221 E.1. p. 9-74. 22nd Ed. 2012. Multiple – Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedures. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).		
Coliformes Termotolerantes	N.C.<1)	NMP/100 mL
Coliformes Totales (N). Agua. STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 9221 B. pp. 9-66 9-69. 22nd Ed. 2012. Multiple- Tube Fermentation Technique for Members of the coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.		
Coliformes Totales	N.C.<1)	NMP/100 mL

Notas de Ensayo:

N.C.: Significa que el resultado es No Cuantificable y es menor al Límite de Cuantificación indicado en el paréntesis.

Saúl A. Chuchón Martínez
 GERENTE GENERAL

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la autorización de KAWSAY LAB ASOCIADOS Y CONSULTORES S.A.C. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca K-LAB. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

Jr. Celis de la Neyra No. 249b - JESUS NAZARENO - AYACUCHO Tel. RPC: 934952556 / 966881440 RPM: #981847545 / #971621875. E-mail: kawsaylabac@gmail.com