



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

EFFECTO DE ALIMENTO SUPLEMENTADO CON UNA MEZCLA PROBIÓTICA
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE *Cavia porcellus* "cuy".

AYACUCHO, 2018

Línea de investigación:

Genética, bioquímica y biotecnología

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Medio Ambiente y
Desarrollo Sostenible

Autora:

Andía Ayme, Vidalina

Asesora:

Angeles Lazo, Ana María

(ORCID: 0000-0003-1815-6700)

Jurado:

Ramos Vera, Juana Rosa

Esenarro Vargas, Doris

Castañeda Pérez, Luz Genara

Lima - Perú

2021

Referencia:

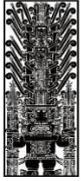
Andía, V. (2021). *Efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica sobre los parámetros productivos de Cavia porcellus "cuy"*. Ayacucho, 2018. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5768>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**EFFECTO DE ALIMENTO SUPLEMENTADO CON UNA MEZCLA PROBIÓTICA
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE *Cavia porcellus* “cuy”.**

AYACUCHO, 2018

Línea de investigación:

Genética, Bioquímica y Biotecnología

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Medio Ambiente y

Desarrollo Sostenible

Autora:

Andía Ayme, Vidalina

Asesora:

Angeles Lazo, Ana María

Jurado:

Ramos Vera, Juana Rosa

Esenarro Vargas, Doris

Castañeda Pérez, Luz Genara

Lima – Perú

2021

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Federico Villareal, por ser fuente de sabiduría y fortalecimiento de mi formación profesional.

A mis maestros de mi formación académica del doctorado por compartir sus experiencias y sus perspectivas de un mundo para vivir mejor.

A la Dra. Ana María Angeles Lazo por su asesoramiento y por compartir sus amplias experiencias y conocimientos para concluir el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Wilber Quijano Pacheco, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNSCH por su asesoría experimental para concluir exitosamente el presente trabajo.

Índice

Agradecimiento.....	ii
Índice.....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Descripción del problema.....	4
1.3. Formulación del problema.....	6
Problema general.....	6
Problemas específicos.....	7
1.4. Antecedentes.....	7
1.5. Justificación de la investigación.....	11
1.6. Limitaciones de la investigación.....	13
1.7. Objetivos	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	14
1.8. Hipótesis.....	14
II. Marco teórico.....	15
2.1. Marco conceptual.....	15
III. Método.....	35
3.1. Tipo de investigación.....	35

3.2. Población y muestra.....	35
3.3. Operacionalización de variables.....	36
3.4. Instrumentos.....	36
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Análisis de datos.....	40
IV. Resultados.....	41
V. Discusión de resultados.....	57
VI. Conclusiones.....	64
VII. Recomendaciones.....	65
VIII. Referencias.....	66

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	37
Tabla 2. Alimentación de los cuyes	38
Tabla 3. Porcentaje de dieta balanceado	43
Tabla 4. Peso vivo (g.) promedio semanal de los cuyes	43
Tabla 5. Análisis de varianza del peso vivo de los cuyes	44
Tabla 6. Prueba de contraste de Tukey para peso	44
Tabla 7. Ganancia de peso (g.) promedio semanal acumulado por tratamiento	46
Tabla 8. Análisis de varianza para ganancia de peso.	46
Tabla 9. Prueba de contraste de Tukey para ganancia de peso	47
Tabla 10. Consumo promedio semanal acumulado (g) de alimento	49
Tabla 11. Análisis de varianza del consumo de alimento	49
Tabla 12. Prueba de contraste de Tukey en el consumo de alimento	50
Tabla 13. Índice de conversión alimenticia promedio semanal acumulado	52
Tabla 14. Análisis de varianza para conversión alimenticia	52
Tabla 15. Prueba de contraste de Tukey para conversión alimenticia	53
Tabla 16. Rendimiento porcentual de carcasa de cada tratamiento	55
Tabla 17. Análisis de varianza para rendimiento de carcasa	55
Tabla 18. Prueba de contraste de Tukey para rendimiento de carcasa	56
Tabla 19. Rendimiento productivo por tratamiento de los cuyes	57

Índice de figuras

Figura 1. Disposición de las pozas en el galpón	39
Figura 2. Comparativo de los tratamientos sobre el peso vivo de cuyes	45
Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre el peso vivo	45
Figura 4. Comparativo de los tratamientos sobre la ganancia de peso.	47
Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso	48
Figura 6. Comparación de los promedios de los tratamientos en consumo de alimento	50
Figura 7. Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento	51
Figura 8. Comparativo de los promedios para conversión alimenticia	53
Figura 9. Efecto de los tratamientos sobre el índice de conversión alimenticia	54
Figura 10. Comparativo de los promedios para conversión alimenticia	56

Resumen

Los probióticos constituyen un consorcio de microorganismos benéficos para la salud, el crecimiento y acabado de los cuyes. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de alimento suplementado con mezcla probiótica de *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* y *Saccharomyces cerevisiae* sobre parámetros productivos de *Cavia porcellus* “cuy”. La investigación se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos y el Programa de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Ayacucho (UNSCH). Se emplearon 36 gazapos machos destetados a los 14 ± 2 días de edad; se utilizó 4 tratamientos con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1, T2 y T3 que contenían 50, 100 y 150 ml de mezcla probiótica respectivamente y el control T0. Se determinó la conversión alimenticia, consumo de materia seca, ganancia de peso y rendimiento de carcasa. Los resultados evidenciaron que la suplementación con mezcla probiótica tiene efecto significativo en el consumo de alimento y rendimiento de carcasa. Sin embargo, no fue significativo para conversión alimenticia y ganancia de peso. La suplementación en la alimentación de la mezcla probiótica logró obtener peso comercial de cuy en ocho semanas y sin el uso de los antibióticos.

Palabras clave: probiótico, *Cavia porcellus*, cuy.

Abstract

Probiotics constitute a consortium of beneficial microorganisms for the health, growth and finishing of guinea pigs. The objective of this study was to evaluate the effect of food supplemented with a probiotic mixture of *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei* and *Saccharomyces cerevisiae* on productive parameters of *Cavia porcellus* "guinea pig". The research was carried out in the Food Microbiology Laboratory and the Program of Pastures and Livestock of the National University of San Cristóbal de Huamanga Ayacucho (UNSCH). 36 male kits weaned at 14 ± 2 days of age were used; 4 treatments with 3 repetitions were used. The treatments were: T1, T2 and T3 containing 50, 100 and 150 ml of probiotic mixture respectively and the control T0. The feed conversion, dry matter consumption, weight gain and carcass yield were determined. The results showed that supplementation with a probiotic mixture has a significant effect on feed intake and carcass performance. However, it was not significant for feed conversion and weight gain. The supplementation in the diet of the probiotic mixture managed to obtain commercial weight of guinea pig in eight weeks and without the use of antibiotics.

Keywords: probiotic, *Cavia porcellus*, guinea pigs.

I. Introducción

Cavia porcellus “cuy” es una especie nativa de los andes americanos de Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia (Sanchez et al., 2018; Chauca, 1997); su versatilidad alimenticia, fácil manejo, bajo costo de producción y presentar una excelente carne con elevada cantidad de nutrientes permiten ser considerado como alimento de calidad nutricional promisorio. Además, es un recurso genético y fuente de alimentación de las zonas andinas. En la actualidad la demanda se incrementa en el mercado interno y externo por su alto contenido de proteína, minerales, su exquisito gusto de la carne y bajo nivel de lípidos (Barboza et al., 2020; Sánchez et al., 2018). No obstante, uno de los problemas limitantes sanitarios que afronta la crianza familiar y la producción del cuy, es la presencia de una especie patógena que produce una infección intestinal contagiosa llamada salmonelosis y que puede causar tasa de mortalidad superiores a 50% (Aguilar et al., 2011; Morales et al., 2017; Cano et al., 2016).

Una de las estrategias más utilizadas que se aplica en granjas de producción de cuyes como medida de control de la salmonelosis, es el uso de los antibióticos. Empero, el uso excesivo e indiscriminado de este fármaco tiene efectos secundarios y consecuencias para la salud del consumidor de carne del cuy por la presencia de trazas de antibióticos. Asimismo, el peligro de causar resistencia a la salmonella es otra de las preocupaciones para la sanidad de los animales (Phillips et al., 2004; Cano, 2012). Esta problemática de uso antibióticos facilitó la búsqueda de nuevas estrategias más amigables con el ambiente, como el uso de probióticos en la alimentación de los cuyes, por tanto, los probióticos garantizan la obtención de animales más sanos en menor tiempo (Cano et al., 2016; Morales, 2017).

Los probióticos son consorcios de microorganismos que tienen la capacidad de conferir efectos positivos en la sanidad animal, al ser consumidos en concentraciones óptimas

como ingrediente del alimento, participan modulando el equilibrio de la microbiota intestinal. Empero, existen problemas asociados que limitan el manejo de los probióticos para ser utilizados en el rendimiento de la carcasa de los cobayos (Markowiak et al., 2018; Chaucheyras et al., 2010; Cano et al., 2016). *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* y *Saccharomyces* son los géneros más utilizados como probióticos, cuyo efecto beneficioso está relacionado a los mecanismos de la eliminación competitiva por los nutrientes, fortalecimiento de la inmunidad del animal, antagonismo celular y producción de sustancias antimicrobianas y (Zihler et al., 2011; Sun et al., 2020; Ritchie et al., 2012; García et al., 2019).

Los probióticos tienen un efecto positivo durante la etapa de crecimiento y desarrollo y engorde de los animales. Es así que, al ser incluidos durante la etapa de destete, inicio de lactancia y cambio en la dieta con forraje, permitieron mejor crecimiento y desarrollo de los cuyes (Chaucheyras et al., 2010). Empero, se debe considerar diferentes factores como la concentración o la cantidad de cepa, o consorcio microbiano utilizado, la supervivencia en el intestino del animal y el efecto sobre las actividades metabólicas. Además, los probióticos favorecen la síntesis de ácido láctico para reducir el pH intestinal, crear condiciones más apropiadas para la microbiota residente y reducir el riesgo de la presencia de patógenos en los diferentes animales monogástricos. También liberan péptidos antimicrobianos, entre ellos, las bacteriocinas que inhiben el crecimiento de bacterias patógenas. Además, las enzimas producidas por los probióticos son capaces de hidrolizar toxinas de bacterias patógenas. Asimismo, pueden estimular en la respuesta inmunitaria del animal (Delcenserie et al., 2008; Markowiak et al., 2018; Servin, 2004; Chaucheyras et al., 2010; Chaucheyras et al., 2008), en consecuencia, estos microorganismos, constituyen un recurso de valor incalculable para el aumento intensivo de la crianza de cuyes y que generan expectativas para los productores de

los animales menores para la utilización de los probióticos en la alimentación animal (Markowiak et al., 2018). El presente trabajo incluye:

- Planteamiento del problema, se expone los antecedentes, la justificación y los objetivos del trabajo de investigación.
- Marco teórico, se explica las bases teóricas de los aspectos más importantes del tema de investigación, el marco conceptual que permite sustentar sobre el estado del arte de la investigación.
- El método de la investigación, ilustra el proceso o la hoja de ruta de la investigación incluyendo el tipo, muestra y población, hipótesis y operacionalización de variables respaldado por la estadística para el procesamiento de datos.
- Resultados, se evidencia en tablas y figuras con el análisis estadístico a las hipótesis planteadas para la contrastación de hipótesis.
- La Discusión de resultados, comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones similares y publicados tanto en artículos en revistas indexadas como las tesis de pre y posgrado. Además, se plantean las conclusiones para responder a los objetivos del trabajo.
- Referencias bibliográficas de acuerdo a la norma APA que permitieron el soporte para la redacción del trabajo.

1.1 Planteamiento del problema

En la última década se incrementó significativamente el consumo de la carne de *Cavia porcellus* en las diferentes regiones del Perú y también en la ciudad de Ayacucho. No obstante, la presencia de pequeñas cantidades o trazas de antibióticos en la carne de animales menores como el cuy repercute en la salud de los consumidores. De otro lado, el uso desmedido de antibióticos durante la crianza y engorde de los cuyes para evitar la incidencia

de enfermedades intestinales como la salmonelosis es un problema frecuente en la producción de carne.

Una de las estrategias alternas para superar esta dificultad es el uso de bacterias probióticas que permite mejorar de la calidad de carne del cuy y por sus múltiples beneficios para la salud del consumidor final. Por las razones señaladas, en la presente investigación se planteó el uso de probióticos como suplemento en la alimentación y engorde de cuyes.

1.2 Descripción del problema

Durante la última década la producción y la demanda del “cuy” se incrementó significativamente en el mercado local, nacional e internacional. No obstante, la mortalidad sigue siendo un problema latente debido principalmente al desconocimiento de estrategias de prevención de la salud animal. Como menciona Chauca (1997) en la región andina, la producción de cuyes se realiza generalmente con tecnología tradicional familiar, por tanto, la crianza tiene dificultades por inapropiado manejo productivo y fundamentalmente por la deficiente control sanitario (Morales, 2017). Además, a causa de problemas con la mortalidad que reduce la producción, hay nuevas técnicas de prevención y manejo de la mortalidad. Actualmente, la producción de cuyes tiene un manejo técnico que se considera la alimentación, mejoramiento genético y sanidad animal. En la crianza comercial de estos animales menores, la aparición de enfermedades infecciosas como salmonelosis sigue siendo un problema frecuente (Aguilar et al., 2011). Como señalan muchos autores, el cuy es una especie susceptible de sufrir enfermedades producidas por virus, bacterias y parasitarias que reducen significativamente su producción ocasionando grandes pérdidas económicas. La salmonelosis es la enfermedad más importante que perjudica la producción de los cuyes en nuestro país (Morales, 2017), con altas tasas de morbilidad que supera el 50% en lactantes y 30% en animales adultos (Cano et al., 2016).

De otro lado, la resistencia de la microbiota y en especial las bacterias a los antibióticos es un dilema que en la última década preocupa a la comunidad internacional (Mejía, 2003). La *Salmonella* es una bacteria patógena que se encuentra en el tracto gastrointestinal de muchos mamíferos, aves, reptiles e insectos y produce una enfermedad “salmonelosis”. La infección generalmente está relacionada con malas prácticas de manejo de roedores, aves y el ingreso del personal que causa contaminación alimentaria (Figueroa et al., 2005). Además, los cambios de temperatura y humedad favorecen la infección (Ramírez, 1972). La efectividad del tratamiento está relacionada con un diagnóstico correcto, por lo que la selección del antibiótico debe estar basada en pruebas de sensibilidad (Matsuura et al., 2010; Mateu, et al., 2001). En este contexto, los antibióticos son utilizados principalmente para la prevención y control de los microorganismos que causan diferentes enfermedades. No obstante, esta estrategia de control es utilizada indiscriminadamente en diferentes partes del mundo, por generar residuos de antibióticos que son dañinos en el ambiente y también por la resistencia a los antibióticos (Cano et al., 2016; Chauca, 1997). Además, el uso indiscriminado de los antibióticos es uno de las causas determinantes para la supervivencia de microorganismos patógenos (Ruiz et al, 2006; Cano, 2012).

Los factores relacionados a la utilización de antibióticos y sus consecuencias permitieron buscar nuevos procedimientos y metodologías más amigables con el entorno que benefician en la producción del animal y permite el equilibrio de microbiota intestinal de los animales, esta estrategia es el uso de los microorganismos con capacidad probiótica (Cano, 2016). Jurado et al., (2017) mencionan que los problemas sanitarios de la producción de cuy están relacionados al uso indiscriminado de antibióticos que afectan la producción y la rentabilidad de la producción de cuy en Colombia. Las bacterias probióticas producen productos alternativos al uso de antibióticos que tienen la característica de ser un suplemento natural y sin peligro para la salud de los consumidores, corrigen la disbiosis intestinal, ejercen

un efecto antimicrobiano en patógenos entéricos y también modulan la respuesta inmunológica en la mucosa intestinal y a nivel sistémico. Además, favorecen la síntesis de mucinas en las células epiteliales del intestino, que protegen como barrera antibacteriana para impedir la unión de patógenos y así soportar las condiciones gastrointestinales para mejorar la producción (Corzo et al., 2015; Jurado et al., 2017; Santillan et al., 2014).

De otro lado, en el país la mayoría de la crianza de cuyes es empírica, utiliza tecnología tradicional familiar, la alimentación está basada en el uso alfalfa, pastos estacionales, desperdicios de cocina y residuos de cosecha, por tanto, la crianza del cuy con escasez de alimentos en algunos meses del año afecta significativamente en la rentabilidad de la producción de cuyes. El problema está asociado al desconocimiento de un sistema de alimentación y línea genética del animal para favorecer el rendimiento productivo durante la crianza. Actualmente está en desarrollo la obtención de líneas genéticas mejoradas de cuyes, que demuestran ganar mayor peso que el cuy nativo, pero el sistema de alimentación es muy importante para determinar el peso final de los animales. Por consiguiente, el sistema de producción de cuyes presenta varios factores que limitan rendimientos productivos y reproductivos: inadecuado manejo de la crianza, limitado conocimiento de reproducción de los cuyes, desconocimiento de líneas genéticas, instalaciones deficientes, inadecuados planes sanitarios, incorrecta alimentación de los cuyes, entre otras (Chauca, 1997; Aguilar et al., 2011).

1.3 Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál será el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica sobre los parámetros productivos de *Cavia porcellus* “cuy”?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál será el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica en la ganancia de peso de “cuy”?
2. ¿Cuál será el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica en el consumo de alimento de “cuy”?
3. ¿Cuál será el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica en el índice de conversión alimenticia de “cuy”?
4. ¿Cuál será el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica en el rendimiento de carcasa de “cuy”?

1.4. Antecedentes

Molina (2008) al estudiar el efecto de *L. acidophilus* y *B. subtilis* en el engorde de los cuyes de Ecuador, concluye que el suministro de probióticos a base de los probióticos señalados en su investigación constituye una excelente alternativa económica, además indica que la adición de probióticos no favoreció mayor consumo de alimentos. No obstante, la adición de 50 mg de *L. acidophilus* por kilogramo de alimentos balanceado presentó mayor consumo de la materia seca.

Mesías y Orbes (2016) al evaluar *L. plantarum* ATCC® 8014 y *L. casei* ATCC® 334 en la alimentación de cuyes, señalan que una de las actividades potenciales en el sector rural de Nariño - Colombia, constituye la producción de cuyes. Empero, hay problemas sanitarios asociados con diferentes enfermedades que disminuyen las utilidades económicas al productor; además señalan la dificultad sobre farmacología específica para tratar los cuyes y así controlar o evitar las diferentes enfermedades producidas por los microorganismos.

Mustafá et al. (2019) en “Efectos de la alimentación de semillas de lino en el rendimiento, rasgo del canal y ácidos grasos de la carne de cuy en condiciones del norte del Perú” mencionan que la suplementación de la dieta con semillas de lino al 10% del

concentrado no tuvo influencia en el rendimiento del animal y las características de la carcasa del cuy.

Jurado y Mesías (2017) al estudiar *Lactobacillus plantarum*, reportan sobre el consumo de alimentos no hubo diferencia significativa entre los tratamientos: T1 (alimento balanceado + forraje) y T2 (alimento balanceado + forraje + *L. plantarum*) en 45 días de evaluación.

Rodríguez (2002) al utilizar bacterias productoras de ácido láctico fundamentalmente de *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium* y *L. acidophilus* y sobre el crecimiento de gazapos, pollos y lechones, indica que la adición al pienso de bacterias ácido lácticas mejora el crecimiento de los gazapos y lechones. Además, menciona que a nivel del intestino generan un aumento de la relación bacterias ácido-lácticas y coliformes.

Barros et al. (2008) al utilizar cuatro tratamientos: T1 (control); T2 (dieta + prebiótico); T3 (dieta + probiótico); y T4 (dieta + prebiótico + probiótico) demostraron que, en el tiempo de 0 a 14 días de edad, la adición de prebióticos aumentó el aumento de peso de los lechones. De otro lado, de 15 a 21 días, los lechones de los tratamientos T3 y T4 obtuvieron mejor ganancia de peso comparados con los grupos de T1 y T2. La conclusión de los investigadores fue que la adición del prebiótico en la alimentación de animales en fase de reproducción, proporciona mejor ganancia de peso al igual que los lechones de 15 a 21 días. Estadísticamente, no evidenciaron diferencias entre los tratamientos de consumo de alimentos en lechones.

Camacho (2008) al utilizar probiótico con los siguientes tratamientos: T1 (control) alfalfa + 20g de probiótico), T2 (alfalfa + 15g de probiótico por kg de alimento), T3 (alfalfa + 20g de probiótico por kg de alimento), T4 (alfalfa + 25g de probiótico por kg de alimento) demostraron que en promedio consumieron igual cantidad de alimento los cuyes a los 90 días de tratamiento.

Kritas et al. (2008) al emplear probióticos en conejos, encontraron mayor aumento diario de peso de los animales al utilizar los probióticos que los conejos que no se alimentaron con la dieta suplementado con los probióticos.

Lui et al. (2005) al estudiar un pool de microorganismos probióticos entre ellos *Enterococcus faecium*, *Bifidobacterium bifidum*, *Streptococcus salivarium*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Bacillus subtilis*, *B. toyoi* y *S. cerevisiae* no mostraron efecto positivo en el rendimiento de carcasa durante el crecimiento y desarrollo de los conejos.

López (2016) al reportar en su tesis sobre tres modelos de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes, indica que en el peso final de los cuyes tuvo efecto entre los tratamientos; El mayor peso se observaron en cuyes de la línea Perú con alimentación mixta a base de forraje balanceado y los menores pesos obtuvieron en la línea Andina utilizando la alimentación a base de forraje.

Castillo et al. (2012) al suplementar con minerales sobre la productividad de cuyes, señalan que hay potencial para la producción y la mejora en la crianza de cuyes para lograr mayor ganancia de peso y conversión alimenticia por efecto de la adición del mineral a los alimentos.

Cano (2012) al utilizar probiótico líquido sobre el comportamiento productivo en cuyes, indica que la adición de cepas probióticas en la dieta de los cuyes mejora significativamente tanto la conversión alimenticia como ganancia de peso durante la etapa de crecimiento y engorde. Además, con respecto al rendimiento de carcasa no tiene efecto significativo.

Torres et al. (2013) al suplementar con probióticos la dieta de *Cavia porcellus*, concluyen que al adicionar cepas probióticas mejoran significativamente en la conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento y engorde. También reportan que no afecta significativamente en el rendimiento de la carcasa y ganancia de peso.

Sánchez et al. (2014) al suplementar ácidos orgánicos sobre crecimiento y desarrollo del cuy, concluyeron que la suplementación en la alimentación de los cuyes con ácidos orgánicos permite mejor ganancia de peso y conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento y engorde, por tanto, sugieren la suplementación de la dieta con ácido acético, láctico y propiónico para mejorar la producción y la capacidad alimenticia de cuyes.

Guevara y Carcelén (2014) al suplementar probióticos, concluyen que los probióticos como suplemento alimenticio promovieron mejor consumo de la dieta o alimento y por tanto mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia en comparación con aquellos cuyes que no recibieron tratamiento con microorganismos probióticos.

Bazay et al. (2014) al evaluar durante la fase de engorde de cuyes, los manano oligosacáridos, señalaron que la adición del producto señalado, no aumentó significativamente sobre el crecimiento y desarrollo del cuy en comparación con el grupo testigo.

Portocarrero y Hidalgo (2015) al evaluar una premezcla orgánica comercial en alimentación durante el crecimiento y engorde de cuyes, concluyeron que la inclusión en diferentes proporciones del suplemento nutricional comercial, no tuvo efecto significativo en comparación a los diferentes tratamientos del estudio, evidenciándose que no hubo diferencia en los diferentes parámetros productivos. Aunque favorecieron la rentabilidad de granjas tecnificadas donde hay mayor producción.

Cano et al. (2016) al adicionar los probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes, reportaron que la adición en el alimento de los cuyes de una mezcla probiótica en suspensión de tres microorganismos favoreció tanto la ganancia de peso y la conversión alimenticia. No obstante, en el consumo de la materia seca no favoreció la suplementación del probiótico.

Cayetano (2019) al estudiar el crecimiento y desarrollo de genotipos de cuyes en sistemas de alimentación, menciona que los cuyes mejorados, resultaron que tres genotipos lograron mejor peso y ganancia de peso que el genotipo Perú, mientras que los resultados del rendimiento de carcasa entre tratamientos tuvieron los mismos efectos para los tres genotipos con excepción Inkacuy que fue el inferior.

Marchan (2019) al emplear manano-oligosacáridos en la dieta de cuyes, menciona que favoreció la producción de *Cavia porcellus* durante la etapa de crecimiento y desarrollo, logrando obtener mayor ganancia de peso y mayor rentabilidad económica, además, se logró menor conversión alimenticia.

Flores (2014) al evaluar los probióticos conformados por *Enterococcus faecium* y *S. cerevisiae* durante la etapa del engorde y sanidad de cuyes, indican que los probióticos benefician el engorde y sanidad de cuyes. Empero, se debe considerar el costo de los probióticos.

Canto et al. (2019) al utilizar probióticos en dietas de alfalfa, no encontró diferencia significativa entre los cinco tratamientos evaluados. No obstante, la dieta del cuy suplementado con 0,2% de *Lactobacillus* logró mayor rendimiento de carcasa en comparación al control.

Lazaro et al. (2005) al suplementar probióticos de *S. cerevisiae*, *B. subtilis* y *B. coagulans*, reportaron que los lechones del grupo probiótico consumieron menor cantidad de alimento por día durante de lactación en comparación al grupo testigo que consumieron mayor cantidad de alimento y estadísticamente no encontraron diferencias entre los tratamientos.

Valdizán (2018) al utilizar en la dieta base del cuy, probiótico, prebiótico y simbiótico, menciona que hubo ligeras diferencias en el consumo del alimento. No obstante,

no encontró diferencia significativa entre los tratamientos bajo las condiciones de crianza del Centro Experimental de la ciudad de Huancayo.

1.5. Justificación de la investigación

La demanda de cuyes en la región andina está en aumento, siendo el Perú uno de los mayores productores y su alto consumo de la carne del cuy. Tanto en Perú como en Ecuador la distribución de la población de cuyes se ubica en todas las regiones, mientras en Colombia y Bolivia su distribución es focalizada. Generalmente los centros de producción y crianza se encuentran en climas templados, pero también se adaptan a climas fríos (Chauca, 2007), por tanto, hay mayor interés en la producción de cuyes para aumentar y diversificar los productos de origen animal y por ser una fuente económica de proteína animal (Rodríguez et al., 2019; Balaguer et al., 2019). No obstante, también existe demanda de la población por consumo de carne de cuy exento de antibióticos.

La importancia de la producción de cuy radica en la calidad de la carne y nutricionalmente tiene propiedades saludables por su bajo contenido en colesterol y de grasas. En consecuencia, tiene ventaja comparativa en generar oportunidades laborales y ganancias como actividad económica. El aumento de la demanda de su carne y los avances en la tecnología de la mejora genética, permite mejor eficiencia en la conversión de alimentos, por tanto, vislumbra nuevas oportunidades de desarrollo competitivo en el mercado regional, nacional e internacional (Santos, 2007).

La producción actual de cuyes está siendo afectados por la presencia de diferentes microorganismos y entre ellas, Salmonella que generan pérdidas económicas significativas para el productor. Además, generan un peligro para la salud de los consumidores por generar resistencia a los antibióticos. En consecuencia, el presente trabajo pretende contribuir en el uso de microorganismos probióticos tanto de bacterias como levaduras que tiene un potencial

como suplementos alimentarios y favorecen la salud del animal. Como mencionan los investigadores, los probióticos tienen la capacidad de conferir efectos positivos al ser consumidos en cantidades apropiadas como ingrediente de la dieta del animal, una vez consumidos, los probióticos modulan el equilibrio intestinal. Empero, existen muchos factores que afectan la microbiota intestinal y rendimiento de la producción del animal.

Por tanto, el uso de los probióticos es una alternativa viable muy diferente al uso de antibióticos que genera resistencia y los posibles residuos tiene también efectos negativos en el suelo y agua generando problemas en el medio ambiente y la biodiversidad existente. En consecuencia, en el presente trabajo se evaluará el efecto de la mezcla probiótica de microorganismos sobre los parámetros productivos como, la ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de cuyes en estudio.

1.6. Limitaciones de la investigación

Utilizar mayor número de microorganismos probióticos permitiría entender mejor el comportamiento del efecto de la mezcla probiótica sobre diferentes etapas de crecimiento y engorde del cuy. No obstante, por razones del costo de mantenimiento de los diferentes tipos de microorganismos se limitará la investigación a utilizar más de tres microorganismos, entre bacterias lácticas y levaduras.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica sobre los parámetros productivos de *Cavia porcellus* “cuy”.

1.7.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica en la ganancia de peso de “cuy”.
2. Evaluar el efecto de alimento suplementado con una mezcla probiótica consumido por el “cuy”.
3. Evaluar el efecto de alimento suplementado con mezcla probiótica en la conversión alimenticia de “cuy”.
4. Evaluar el efecto de alimento suplementado con mezcla probiótica en el rendimiento de carcasa de “cuy”.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis General

El alimento suplementado con mezcla probiótica aumenta el engorde de *Cavia porcellus* “cuy”.

1.8.2. Hipótesis específicas

1. El alimento suplementado con mezcla probiótica permite la ganancia de peso de “cuy”.
2. El alimento suplementado con la mezcla probiótica influye en el consumo de alimentos de “cuy”.
3. El alimento suplementado con la mezcla probiótica influye en la conversión alimenticia del engorde de “cuy”.
4. El alimento suplementado con mezcla probiótica permite mayor rendimiento de carcasa de “cuy”.

II. Marco teórico

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *Cavia porcellus*

Es una especie de la familia Caviidae y son nativos de América del Sur (Ayudthaya et al., 2019), originaria de los Andes centrales occidentales, específicamente de los andes peruanos (Spotorno et al., 2006), fue domesticado hace aproximadamente 3 000 a 6 000 años en la región altoandina de América del Sur y fue el primer roedor domesticado para la alimentación. Kimura et al., (2016) analizaron el ADN mitocondrial del cuy arqueológico precolombino de diferentes sitios del Caribe y concluyeron que los conejillos de indias fueron introducidos inicialmente a Puerto Rico desde la región moderna de Colombia. Este tipo de estudio permite a los investigadores inferir directamente los movimientos humanos (Sanchez et al., 2018), constituye una especie de alto valor nutricional y fuente de seguridad alimentaria de la zona altoandina y población rural. Según Chauca (1997) en el Perú hay mayor producción y consumos de los cuyes. El sistema de producción es generalmente familiar, aunque en la última década fueron implementándose diferentes centros de producción tecnificada en las diferentes regiones del Perú. La producción de los cuyes tanto en Ecuador como en Perú es uniforme en todas las regiones, en Colombia y Bolivia su producción es localizado a algunas regiones (Chauca, 1997).

Cavia porcellus es una especie ampliamente distribuida en la región andina, en la actualidad es un recurso zoogenético de subsistencia para las familias campesinas andinas y al mismo tiempo es fuente de la economía local al proporcionar generar fuente de ingreso a los productores, además de ser fuente de seguridad alimentaria (Chauca, 1997; Lammers et al., 2009). La seguridad alimentaria es un gran desafío para la mayoría de las naciones africanas. En toda África, el suministro general de alimentos sigue siendo muy bajo en comparación con una demanda creciente debido al aumento de la población, incremento de la

urbanización junto con la migración rural-urbana y, en parte, el aumento de la riqueza (Neumann et al., 2007). Sin embargo, se ha demostrado que un suministro regular de pequeñas cantidades de proteína animal es determinante para el crecimiento, desarrollo físico y cognitivo de los niños (Grillenberger et al., 2006). En consecuencia, el cuy es un recurso que puede contribuir en esta brecha nutricional (Grongnet et al., 2013).

Esta deficiencia también se evidencia en muchos países africanos donde se producen esta especie, por tanto, los cuyes tienen un gran potencial para contribuir los retos alimentarios en los países en desarrollo (Lammers et al., 2009). En Costa de Marfil, África existen granjas familiares de pequeña escala para engordar o criar los cuyes. Estos agricultores crían los cuyes con fines comerciales y generan los recursos económicos locales y al mismo tiempo permiten satisfacer la necesidad del mercado de proteínas cárnicas (Kouakou et al., 2015).

Los cuyes se consideran como una alternativa interesante y prometedor por requerir poco capital y producen carne de alta calidad en comparación con otros animales mayores (Lammers et al., 2009). Su carne contiene poca grasa y más proteínas en comparación con la carne de otros animales (Kouakou et al., 2013). Además, estos mamíferos roedores tienen la capacidad de utilizar residuos de cultivos, desechos de cocina y forrajes. La carne del cuy es saludable, tiene un contenido de proteínas de aproximadamente el 21%, que es más alto que el contenido de proteínas de aves de corral, cerdo, cordero o carne de res (Rodríguez et al., 2019).

2.1.2. Importancia del cuy

El Perú es uno de los productores importantes y consumidor de carne de *Cavia porcellus* en el mundo en la última década, habiéndose estimado una producción mayor a 15000 toneladas de carne en 2003, con una población superior a 20 millones de cuyes (Aranibar y Echevarría, 2014). La carne del cuy es considerada como un alimento de alto

valor nutricional y es fuente proteica de la población rural, especialmente la población con escasos recursos. Por su versatilidad nutricional y climática, tanto en Perú como el Ecuador la producción es uniforme en todo el territorio. Sin embargo, en Colombia y Bolivia su producción es focalizada. Además, el cuy puede desarrollarse desde la costa hasta alturas mayores a 4000 msnm. (Molina, 2008). Además, como fuente de proteína para el poblador andino, en un producto de mayor demanda tanto en el mercado interno y externo (Matsuura et al., 2010). El consumo del cuy se ha incrementado en los últimos años tanto en la sierra y especialmente en la costa siendo una alternativa económica importante para los productores (León et al., 2016; Vidalón, 2014; Camino y Hidalgo, 2014).

El incremento de la demanda del consumo del cuy en las últimas décadas, permite buscar fortalecer la calidad de vida del consumidor y también permite desarrollar la producción en forma tecnificada que permitan alcanzar parámetros productivos competentes y satisfactorios. En este sector, no es suficiente alimentar los cuyes utilizando únicamente pastos y restos de cosecha para optimizar la producción, por tanto, se debe buscar mecanismos y estrategias para garantizar la alimentación de los animales debido a la reducción de áreas de cultivo de forraje verde (León et al., 2016).

2.1.3. Alimentación y manejo de la crianza de cuyes

La nutrición es uno de los factores determinantes en la crianza de cuyes. Se ha demostrado que los cuyes pueden mantener el peso corporal con una dieta rica en celulosa, estos animales pueden obtener más energía de la celulosa que la mayoría de las especies de ganado no rumiantes (Sanchez et al., 2018). Chiou et al. (2000) informaron que los cuyes mostraron mejores tasas de conversión alimenticia que los hámsteres. Del mismo modo, esta especie tenía el colon-recto significativamente más largo y la mayor capacidad en la digestión de la fibra cruda en comparación con conejos y hámsteres. Del mismo modo, cuando se comparan las actividades de las hidrolasas de fibra, la endoglucanasa y la celobiosa en el

ciego, los cuyes contienen la actividad más alta en comparación de los hámsteres y los conejos. Crowley et al. (2017) reportaron que hay diferencias notables en la población microbiana de los tractos digestivos entre conejos y cobayas.

Tenelema (2016) comparó el tipo de alimentación de cuyes con desechos agrícolas con alfalfa y alimentos concentrados por tanto determinó que no hubo diferencia significativa. Sin embargo, con el uso de alimento concentrado, los cobayas lograron un mayor peso durante el desarrollo y crecimiento.

Según Chauca (1997) existen tres tipos de manejo en la producción de cuyes:

- a) El manejo familiar que es el más común en los países andinos, africanos y asiáticos; donde los cuyes se mantienen generalmente en la cocina y se alimentan con desechos y hierbas de la cocina vegetariana;
- b) Manejo comercial familiar es común en áreas más cercanas a las ciudades; donde los cuyes reciben una mejor alimentación, incluida una alimentación concentrada; generalmente las familias venden el animal en los mercados de la ciudad;
- c) Manejo comercial intensiva que utiliza instalaciones mejoradas y buena alimentación; Este tipo de granjas desarrollan líneas mejoradas de carne de cuyes.

2.1.4. *Parámetros productivos del cuy*

El Perú es considerado como el primer productor y consumidor de cuy; como menciona Chauca (1997) la producción anual supera 16,000 toneladas de carne de cuy que proviene de aproximadamente de 22 millones de animales criados con prácticas tradicionales (Xicohtencatl et al., 2013). Generalmente tanto en Perú como en Ecuador existen centros de producción que generan volúmenes superiores a más de diez mil hembras reproductoras mientras en otros países como Bolivia, Cuba y Colombia producen cantidades menores por los sistemas de producción artesanal (Chauca, 1997; Coronado et al., 2007; Xicohtencatl et al., 2013).

2.1.5. Incremento de peso

Camino (2014) reporta que cuyes de genotipo “Cieneguilla” lograron mayor ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa a las nueve semanas de edad en comparación al genotipo Perú. Tenorio (2007) al evaluar los programas de alimentación sin el uso del forraje obtuvo ganancias diarias en los tres tratamientos.

Flores (2016) determinó que los cuyes alimentados con balanceado más alfalfa lograron pesos vivos de 900 gramos que están en el rango comercial. No obstante, la mejor retribución económica fue para el tratamiento de alimento balanceado integral.

Airahuacho et al., (2017), al estudiar los niveles de energía digestible señalan que favoreció la mejora de la conversión alimenticia y el factor energía digestible sobre los parámetros productivos del cuy.

2.1.6. Conversión alimenticia

La alimentación de raciones nutricionalmente equilibradas en las grandes granjas de países desarrollados es una práctica de permanente desarrollo durante décadas. Sin embargo, implementar para los pequeños productores es un desafío debido a su falta de conocimiento y habilidades. El programa de mejoramiento de los animales debe tomar en cuenta la alimentación de los animales con una ración equilibrada acorde con su potencial genético debido a que la alimentación desequilibrada afecta negativamente la producción y sanidad animal (Garg et al., 2013). Las prácticas de manejo de animales y granjas que afectan la eficiencia del uso de alimentos incluyen múltiples aspectos como el genotipo animal, los alimentos disponibles, la salud animal y el manejo reproductivo porque afectan la eficiencia del uso de alimento y la rentabilidad. La formulación de alimentos tiene repercusión en el peso del alimento consumido por peso del producto animal generado. Si bien estos son simples de calcular, no son indicadores adecuados de la eficiencia del uso de alimento (Waghorn y Hegarty, 2011).

El índice de conversión alimenticia es un indicador que evidencia la relación entre el alimento consumido y el crecimiento del animal en un determinado tiempo. Empero, está influenciado por el ambiente que rodea al animal para el consumo o digestión de los alimentos (Mendez, 2006). La conversión alimenticia es el parámetro que indica que a mayor uso de alimento habrá aumento de peso (Cayetano, 2019). Camino y Hidalgo (2014) determinaron estadísticamente que el genotipo determina en la conversión alimenticia.

2.1.7. Rendimiento de carcasa

Según Chauca (1997) la cabeza, patitas y riñones constituyen la carcasa de cuyes; y el genotipo influyen en el rendimiento, al igual que la edad, la castración y el tipo de alimentación del animal. Con respecto a la alimentación del cuy, a las doce semanas de edad, los cuyes que se alimentaron exclusivamente con forraje alcanzaron un rendimiento de 56,57% mientras los cuyes cuya alimentación estaba suplementada, alcanzaron pesos superiores y además se logró obtener carcasa con un mejor acabado, una mayor formación muscular, mayor peso y rendimiento de la carcasa.

Los parámetros de calidad de la carcasa están influenciados por un conjunto de factores como genética, fisiológicos, factores patológicos y ambientales (Hocquette et al., 2014). Sanchez et al., (2018) indica que el rango de peso de la carcasa varía de 237 a 893 y la alta variación en los datos se debe principalmente a las diferentes presentaciones de la carcasa. Chauca (1997) indica que el rendimiento de la carcasa aumentó al incluir en su alimentación concentrado, vitamina C y agua, en comparación a los cuyes que fueron alimentados únicamente con forraje.

Por otro lado, Acosta (2012), utilizando una dieta basada en residuos de quinua o en diferentes concentrados comerciales, respectivamente, no obtuvo estadísticamente diferencias entre rendimiento de la carcasa y el peso. Además, Grongnet et al. (2013) señalan que la suplementación dietética con *Euphorbia heterophylla* influye en la calidad y rendimiento de

la carcasa del cuy. De igual forma, Chauca (1997) reportó que se obtienen pesos y rendimientos más altos de carcasa a partir de razas mejoradas y en la que los genotipos mejorados alcanzan su peso comercial cuatro semanas antes.

La composición relativa de la carcasa del cuy es aproximadamente de 44 a 48% de músculo, 15 a 20% de hueso, 5,85 a 12% de grasa disectable, 0,4 a 1,05% de grasa perirrenal, 1,4 a 2,2% de residuos y 18 a 21% de piel. A los 3 meses de edad, cuyes hembras desarrollan más y contienen una mayor proporción de hueso, pero a los 12 meses de edad, no hay diferencia en el tamaño de ambos sexos. El contenido muscular es menor y el contenido de grasa es mayor en cuyes viejos (Hernández, 2015).

Con respecto a la edad, se observó principalmente que el porcentaje de tejido óseo disminuye en las hembras, mientras que la presencia de tejido adiposo aumenta entre las edades de 3 a 6 meses. Se encuentra una mayor proporción de grasa disectable en el cuello, seguida del hombro o las costillas, según el sexo y la edad; El mayor contenido muscular relativo se encuentra en una proporción similar en el hombro, las costillas o la pata trasera (Sanchez et al., 2018).

2.1.8. *Requerimientos nutricionales del cuy*

Para alcanzar su máxima tasa de crecimiento y eficiencia reproductiva, los cuyes necesitan diferentes nutrientes en su dieta diaria. Los reportes indican que el requerimiento energético es un factor determinante en la producción de cuyes. No obstante, las necesidades energéticas están influenciadas por un conjunto de factores como estado fisiológico, condiciones y tipo de crianza o producción y la edad que permitirán alcanzar mayor consumo, ganancia de peso y conversión alimenticia (Morales et al., 2011).

Para garantizar mayor producción de cuyes es necesario tomar en cuenta el suministro de nutrientes, por tanto, la comprensión de los requerimientos nutritivos favorecerá dosificar raciones balanceadas que garantizan el crecimiento y producción. De otro lado, existe poca

información sobre los requerimientos nutricionales en sus diferentes estadios fisiológicos del animal. En consecuencia, al mejorar la nutrición de los cuyes se puede incrementar la crianza aprovechando su precocidad y su habilidad reproductiva, además una alimentación integral y equilibrada permitirá mayor producción. Al respecto, existen varios reportes sobre la determinación de los requerimientos nutricionales necesarios para lograr mayor crecimiento (Chauca, 1997).

El cuy es un animal herbívoro que consume grandes cantidades de pasto. Es un mamífero roedor que presenta dientes molares especialmente adecuados para la molienda y, como otras especies de roedores, el cuy tiene incisivos de raíz abierta que crecen continuamente a lo largo de su vida; presenta un estómago simple y el intestino permite el desarrollo de flora bacteriana predominantemente grampositiva, que puede contribuir a las necesidades nutricionales del cuy (NRC, 1995).

En la producción de cuyes se debe considerar la cecotrofia y coprofágica que es una característica de estos animales, está referido a la capacidad de utilizar la proteína microbiana que proviene del proceso digestivo fermentativo y deduce los requerimientos nutricionales de proteína en su dieta. Además, permite ingerir forrajes verdes que no necesitan suplementos complementarios de proteína. No obstante, los forrajes son deficientes en energía. Por tanto, la alimentación de los cuyes debe contener también fuente energética local adicional como granos, semillas o tubérculos y ocasionalmente los excedentes o desperdicios de la actividad agrícola (Chauca, 1997).

2.1.9. Sistemas de alimentación

Los cuyes son herbívoros estrictos y a menudo se alimentan de alfalfa y varios tipos de hierbas y frutas. En algunos casos, la cebada constituye la fuente de alimentación más utilizada y se cultivan en la región andina. Sin embargo, en las ciudades a menudo se alimentan con alimentos balanceados. Los pellets de alimento contienen material vegetal

comprimido (cebada o alfalfa) y muchas de las vitaminas y minerales y algunas vitaminas que requieren los animales para mantenerse saludables (NRC, 1995). El sistema de alimentación en cuyes está en función a la disponibilidad de alimento, El cuy se caracteriza también por tener una versatilidad en su alimentación (Chauca, 1997).

A. Alimentación con forraje. Siendo el cuy un roedor eminentemente herbívoro, su dieta está basada fundamentalmente con forraje verde y frente a la adición de diferentes tipos de alimento, el animal prefiere el forraje verde. Sin embargo, hay otros factores que también se deben tomar en cuenta como la genética. Al evaluar la alimentación de los diferentes ecotipos de cuyes peruanos se determinó que los cuyes provenientes de la sierra norte fueron eficientes al recibir alimentación con forraje y concentrado, mientras, el ecotipo de la sierra es más eficiente con la alimentación a base de forraje (Chauca, 1997).

Según Mamani et al. (2015) los pastos poseen alta calidad nutricional, buena palatabilidad y proporciona un efecto benéfico los requerimientos nutricionales del cuy. Chauca (1997) menciona que nutricionalmente las gramíneas tienen menor efecto nutricional, por tanto, es necesario combinar con otros cultivos como las leguminosas. Además, indica que los cambios en la alimentación deben ser progresivos para evitar dificultades en su digestión principalmente las crías de menor edad. Mamani et al. (2015) también indican que el cuy como animal eminentemente herbívoro puede crecer y engordar con pasto de buena calidad a menor costo posibilitando mayores ganancias.

La alimentación a base de forraje varía de acuerdo a las regiones o zonas ecológicas del Perú, es así que en las regiones tropicales se utilizan generalmente *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria decumbes*, entre otros; en la costa generalmente se utilizan *Medicago sativa*, *Zea mays*, *Pennisetum purpureum*, *Hypomea batata*, *Sorghum halepense*; mientras en la zona altoandina se utilizan alfalfa, “rye grass”, trébol y retama como maleza (Chauca, 1997). Torres (2013) indica que la alimentación a base forraje no cubren totalmente

los requerimientos nutricionales en cuyes hembras en gestación y lactancia, por tanto, afecta en las ganancias de peso y el número de crías.

B. Alimentación mixta. La producción animal depende de diferentes factores para garantizar la producción pecuaria y una de las más importantes constituye la alimentación. Los productores agropecuarios frecuentemente suplementan con concentrados en la dieta de los animales por tanto se incrementa el costo de producción (Contreras et al., 2015). Chauca (1997) señala que es crítico la alimentación de los cuyes cuando la disponibilidad de alimento verde disminuye en algunos meses del año por diferentes factores como la escasez de lluvia o riego, reduce la producción de alimento verde tanto en cantidad como en calidad, en estos casos se puede utilizar diferentes productos como suplemento al forraje. El cuy que recibió mejor alimentación también mejora significativamente su conversión alimenticia. Huamaní et al., (2016) señalan que los cuyes que se alimentaron integralmente y mixta lograron mayor consumo de alimento, rendimiento de carcasa y mayor peso, y menor índice conversión alimentaria en comparación a los animales alimentados con alfalfa verde. Alternativamente para la producción animal, a la fecha el uso del forraje verde hidropónico que es una fuente de producción de biomasa vegetal de calidad que se puede obtener en un pequeño espacio y en cualquier medio geográfico y en cualquier mes del año (Contreras et al., 2015).

Herrera y Núñez (2007) indican que los cobayos alimentados forraje verde hidropónico y alimento formulado logran mayor consumo de alimentos en comparación con el testigo. Además, mencionan, que las ganancias de pesos totales de los cobayos son mayores a 600g en 72 días.

C. Alimentación con concentrado + vitamina C + agua. La alimentación de los cuyes repercute la calidad de la carcasa, por tanto, el contenido de proteína, ácidos grasos esenciales y las grasas son los principales indicadores de la calidad de carne (Huamaní et al., 2016). Chauca (1997) manifiesta que el consumo de concentrado como único alimento

necesita garantizar los requerimientos que el cuy necesita. Se requiere el consumo de entre 40 a 60 g/animal/día de los cuales debe ser de 9 al 18% la composición de la fibra y vitamina C. Además, el alimento balanceado debe ser paletizado para evitar el desperdicio cuando está en presentación en polvo. Los requerimientos mencionados tienen efecto en la eficiencia de la conversión alimenticia de los cuyes.

Torres (2013) señala que el cuy no sintetiza vitamina C y en consecuencia es necesario la administración de la vitamina disuelta en agua. Muchas veces la escasez del forraje condiciona el uso de la alimentación con el concentrado que permita cumplir con los requerimientos nutricionales del animal. Además, señala como conclusión que las dietas mixtas con 25% de forraje hidropónico tienen mejores resultados en los parámetros de los índices productivos, además si la dieta contiene mayor porcentaje de forraje verde afecta la rentabilidad económica. Indica también que la alimentación únicamente con forraje en hembras en gestación y lactancia no satisfacen las necesidades nutricionales de los cuyes, por tanto, es necesario utilizar los concentrados para garantizar las ganancias en el peso de las madres, número de crías, peso al momento del nacimiento y destete de las crías.

2.1.10. Microorganismos probióticos

Todas las especies de animales albergan una microbiota compleja en el tracto digestivo, las mismas que permiten cumplir con procesos bioquímicos vitales y mantener la salud y la productividad. En parte como consecuencia de la antigua alianza entre el huésped y sus microbios asociados, la microbiota intestinal también está estrechamente relacionada con rasgos de productividad como la eficiencia de la alimentación (García et al., 2020).

Los probióticos son cada vez más populares en la nutrición animal, los diferentes productos que contienen microorganismos vivos o productos derivados de microbios están disponibles comercialmente para mejorar la salud y aumentar los rasgos comerciales. Las características de estos productos tienen efectos fisiológicos y determinan su potencial para

aumentar la rentabilidad del animal. Cada vez más se evidencian diferentes microorganismos como *Saccharomyces cerevisiae* como potenciador de la salud animal (García et al., 2019).

El uso de probióticos en animales de granja está en proceso de aumento significativo durante los últimos 15 años, los microorganismos probióticos vivos tienen la capacidad de conferir beneficios para la salud del animal cuando se administran en cantidades apropiadas. Una vez consumidos, los probióticos pueden modular la homeostasia garantizando el equilibrio intestinal. Numerosos estudios han demostrado que las limitaciones de la dieta y el manejo, pueden afectar fuertemente la estructura y las actividades de la microbiota intestinal que al mismo tiempo tiene efecto en la salud y el rendimiento de los animales (Chaucheyras y Durand, 2010).

Los probióticos tienen efectos significativos al ser suplementados en el alimento de los animales durante diferentes etapas como al destete; al comienzo del período de lactancia; y después de un cambio en la dieta de carbohidratos altos en forraje. En los rumiantes adultos, los probióticos se han seleccionado principalmente para estudiar al compartimento del rumen, que es el sitio principal de digestión del alimento. El ecosistema microbiano del rumen consiste en una amplia diversidad de bacterias estrictamente anaerobias, protozoos ciliados, hongos anaerobios y arqueas que son responsables de la degradación y fermentación del 70-75% de los compuestos dietéticos. Los productos comercializados más comunes para rumiantes son las preparaciones de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) y otros microorganismos (Chaucheyras y Durand, 2010).

Saccharomyces cerevisiae tiene la característica de prevenir la disminución del pH al estimular ciertas poblaciones de protozoos ciliados, que engullen rápidamente el almidón y, por lo tanto, compiten efectivamente con las bacterias amilolíticas productoras de lactato. Con respecto a los probióticos bacterianos, las bacterias productoras de lactato (*Enterococcus*, *Lactobacillus*), que mantendrían un nivel constante de ácido láctico,

permitiendo que las especies que utilizan lactato prosperen pueden representar un posible medio para limitar la acidosis en animales alimentados con alto contenido de concentrado (Brossard et al., 2006).

Los efectos de los probióticos en los animales están relacionados a la acción de uno o el consorcio microbiano por tanto las actividades metabólicas de las cepas probióticas y la capacidad de supervivencia de la microbiota probiótica en el intestino es muy importante. En animales monogástricos, la producción de ácidos orgánicos por bacterias probióticas ayudan a reducir el pH intestinal, creando factores favorables para la población de microorganismos residentes y reducir el peligro de contaminación con microorganismos patógenos, permite la liberación de péptidos antimicrobianos como las bacteriocinas que inhiben el crecimiento de bacterias virulentas y la producción de enzimas que hidrolizan toxinas bacterianas. Algunos probióticos producen nutrientes y factores de crecimiento que estimulan los microorganismos beneficiosos de la microbiota intestinal, también pueden ayudar en la desintoxicación de algunos metabolitos inhibidores como las aminas, nitratos o la búsqueda de oxígeno, que son fundamentales en los ecosistemas anaerobios intestinales. La mayoría de estos mecanismos también se han propuesto para explicar los efectos de los probióticos en el intestino humano, donde se han demostrado beneficios tanto en términos de nutrición como de salud (Delcenserie et al., 2008; Servin, 2004; Marden et al., 2008).

Los microorganismos probióticos pueden equilibrar positivamente la microbiota gastrointestinal y, por lo tanto, mejorar la producción y la salud de los animales. Sin embargo, se debe tener cuidado en la forma en que se seleccionan las cepas candidatas probióticas. Un mejor conocimiento de la estructura y las actividades de la microbiota intestinal, las interacciones funcionales entre los microbios intestinales y las interrelaciones entre los microbios y las células huésped representan un aspecto fundamental de la futura investigación probiótica. En este contexto, las nuevas tecnologías "ómicas" serán muy útiles

para caracterizar y comprender mejor los efectos de los probióticos en el equilibrio de la microbiota gastrointestinal (Chaucheyras y Durand, 2010).

2.1.11. *Lactobacillus acidophilus*

La funcionalidad probiótica depende de la capacidad de una cepa para conferir ventajas de salud a un huésped tras el consumo de células viables. Muchas cepas y especies de lactobacilos y bifidobacterias se han utilizado comercialmente como probióticos por sus mecanismos de funcionalidad de los probióticos. Sin embargo, es difícil evaluar los efectos sobre la salud que se podrían esperar del consumo de probióticos en animales (Sanders y Klaenhammer, 2001).

Lactobacillus es un género altamente heterogéneo que incluye bacterias de importancia alimentaria por presentar actividad antagonista frente a los microorganismos patógenos, presenta más de 185 especies descritas. La identificación de aislamientos utilizando características fenotípicas tradicionales como la fermentación de carbohidratos y la morfología celular y la dificultad de la taxonomía dificultó la identificación y la designación incorrecta de género y especie. En la última revisión, la taxonomía del género *Lactobacillus*, consistió en 14 subgrupos filogenéticos (Bull et al., 2013; Felis y Dellaglio, 2007).

Lactobacillus acidophilus es una bacteria grampositiva que crece de manera óptima de 37 a 42 °C y ocasionalmente hasta 45 °C, pH 5,5 a 6,0. Es un homofermentador obligado que produce ácido láctico desde la fermentación de hidratos de carbono y es menos tolerantes al oxígeno. A partir del examen de las vías biosintéticas codificadas dentro de su genoma, *L. acidophilus* es auxotrófico para muchos aminoácidos y parece incapaz de sintetizar múltiples cofactores y vitaminas que incluyen riboflavina, vitamina B6, nicotinato, nicotinamida, biotina y folato. Estos déficits en la capacidad anabólica se ejemplifican por la necesidad de utilizar medios ricos en nutrientes para su cultivo en laboratorio. *Lactobacillus acidophilus* forma al menos dos tipos de colonias cuando se cultiva en condiciones *in vitro* denominadas

colonias rugosas y lisas. La presencia de colonias rugosas y lisas está influenciada por el uso de antibióticos como la penicilina G o la bilis, que causan un cambio dependiente de la dosis hacia el morfotipo liso (Claesson et al., 2008; Altermann et al., 2005; Khaleghi et al., 2011).

L. acidophilus ha sido aislado de múltiples fuentes asociadas con humanos, la caracterización filogenómica reciente estableció que el nicho ambiental más probable de *L. acidophilus* es el tracto gastrointestinal (Claesson et al., 2008; Bull et al., 2013).

2.1.12. *Lactobacillus casei*

L. casei incluye las especies más conocidas *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus paracasei*, *L. casei* y *Lactobacillus zaeae*. Este subgrupo como producto de una extensa revisión taxonómica llevó a un rechazo provisional del nombre de la especie *L. paracasei*. Actualmente, estas especies todavía se consideran especies separadas dentro del género. *L. paracasei* y *L. rhamnosus* se encuentran dentro del grupo lactobacilos. *L. paracasei* y *L. casei* también se encuentran en los ensilados y en el tracto gastrointestinal animal y humano (Pot y Tsakalidou, 2009; Desai et al., 2006).

L. casei es considerado como probiótico por permitir el mantenimiento de una microflora intestinal saludable, proporcionar protección contra los trastornos gastrointestinales, incluidas las infecciones gastrointestinales y las enfermedades inflamatorias del intestino. Muchos estudios también han demostrado la eficacia de los probióticos para ofrecer una alternativa apropiada al uso de antibióticos en el tratamiento de la infección entérica o para reducir los síntomas de la diarrea asociada a antibióticos. Los cultivos bacterianos probióticos modulan el crecimiento de la microbiota intestinal, suprimen las bacterias potencialmente dañinas y refuerzan los mecanismos de defensa natural del cuerpo. Actualmente, existe evidencia sobre la importancia y los efectos positivos para el consumidor (Giraffa et al., 2010).

2.1.13. *Saccharomyces cerevisiae*

Suarez y Guevara, (2018) menciona que las levaduras son una fuente importante de células vivas para obtener diferentes productos probióticos como cepas vivas. Estos cultivos han demostrado una actividad inmunoestimulante comprobada en animales menores de granja. Es importante tener en cuenta que la selección de la cepa probiótica, depende de los requisitos del animal, debe garantizar la diversidad de la biota en el intestino y proporcionar estabilidad a su ecología, que puede verse afectada por cambios en la dieta y el estrés. Las características más importantes de las levaduras, es por su efecto inmunoestimulante, capacidad antagónica frente a otros microorganismos, anti-secretor frente a las toxinas producidas por bacterias patógenas, la facilidad de la adherencia a vellosidades intestinales y la tolerancia a la acidez.

Doležal et al. (2011) menciona que *S. cerevisiae* se usa como suplemento alimenticio para rumiantes debido a su característica de mejorar el ambiente ruminal, al disminuir la cantidad de oxígeno (anaerobiosis) y estimulando el aumento de bacterias celulolíticas.

García et al. (2012) indica que las vacas lecheras alimentadas con la adición de levadura permitieron la mayor producción de la leche. Este proceso es consecuencia de diferentes procesos bioquímicos que ocurren en el ambiente del rumen. Además, la adición de *S. cerevisiae* aumenta la cantidad de bacterias celulolíticas en el rumen. De otro lado, la ingestión de materia seca estimula la producción de amonio e incrementa la proteólisis.

Baptista et al. (2002) reporta que las levaduras son microorganismos eventuales microbiota digestiva en animales monogástricos; por lo tanto, *S. cerevisiae* fluye a lo largo del tracto digestivo como vivo y activo sin adherirse a las paredes del mismo. Las cepas que no tienen capacidad para adherirse a los epitelios intestinales son eficaces como bioreguladores y su acción depende de la capacidad de colonización a través de varios

mecanismos. Además, la presencia de *S. cerevisiae* tiene la capacidad de reducir el estrés animal, proporcionando vitaminas, enzimas y proteínas.

Suarez y Guevara (2018) menciona que el uso de probióticos como la levadura viene dado por su acción bio reguladora, que ocurre por varios mecanismos como la supresión del antagonismo microbiano de las bacterias patógenas, la estimulación del sistema inmunológico del cuy, la unión y la eliminación de patógenos.

2.1.14. Beneficios de los consorcios probióticos

Los probióticos pueden contener una cepa microbiana o un consorcio microbiano que pueden estar conformadas de bacterias como *Bacillus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*; levaduras: *Kluyveromyces* y *Saccharomyces cerevisiae*. Las bacterias que pertenecen a los géneros *Enterococcus* y *Lactobacillus* son componentes de la microbiota natural del tracto digestivo del animal. De otro lado, *Saccharomyces cerevisiae* y las bacterias del género *Bacillus* no están presentes en el sistema gastrointestinal. Los animales de granja sufren estrés que afecta su microbiota intestinal por tanto el uso de probióticos mejoran la salud animal (Huertas, 2010).

La suplementación con microorganismos probióticos favorecen la absorción y utilización de los alimentos, por tanto, favorecen el aumento diario del peso corporal total de varios animales como lechones (Li et al., 2006), ovejas, cabras (Chiofalo et al., 2004), cuyes (Cano et al., 2016; Torres et al., 2013). Se demostraron que la adición de microorganismos probióticos al alimento favorece la calidad y cantidad de leche, huevos y carnes (Musa et al., 2009). Además, en el caso de los lechones, reduce significativamente la frecuencia de diarrea durante primeras semanas posteriores al destete (Li et al., 2006). Durante los últimos años existen diferentes investigadores que estudian el efecto de bacterias probióticos en la lucha contra las enfermedades diarreicas. Existen reportes sobre los beneficios de probióticos y la ausencia de efectos secundarios clínicos. Se están asociando las ventajas comparativas del

uso de prebióticos, probióticos y simbióticos en los animales. Un animal que presenta un equilibrio en la microbiota intestinal tiene mayor vitalidad para enfrentar los microorganismos patógenos (Markowiak y Śliżewska, 2018; Anadón et al., 2006). Según Markowiak y Śliżewska, (2018) los probióticos tienen características de seguridad, funcionalidad y ventajas que se señalan a continuación:

- Aislado del tracto gastrointestinal de animales.
- Permite la identificación diagnóstica precisa del fenotipo y genotipo
- Existencia de metadata sobre la asociación con enfermedades infecciosas.
- No tiene efectos adversos o secundarios
- Capacidad de sobrevivencia y mayor actividad metabólica
- Resistencia a pH ácido en el estómago, sales biliares y enzimas
- Competencia de la microbiota que habita el ecosistema intestinal (ejemplo: *Clostridium difficile*)
- Capacidad de crecer en espacios particulares dentro del organismo huésped, y una tasa de supervivencia apropiada en el sistema gastrointestinal.
- Facilidad de producción de biomasa y alta productividad.
- Mayor supervivencia en productos terminados.
- Resistencia al ataque de los bacteriófagos.

2.1.15. Antibióticos en la producción animal

Los antibióticos se utilizan frecuentemente en la producción animal y esta práctica tiene consecuencias en la salud humana y animal al generar resistencia bacteriana a los antibióticos. Muchas veces se utilizan en bajas dosis para promover el crecimiento y no se realiza un seguimiento o monitoreo porque es de conocimiento algunos antibióticos se usan tanto en animales como en humanos. En la salmonelosis zoonótica, la resistencia puede surgir en animales o humanos, pero la infección cruzada humana es común. La flora fecal humana

normal puede contener enterococos resistentes, pero las cepas indistinguibles en animales y humanos son poco comunes, posiblemente porque la mayoría de los enterococos no se establecen en el intestino humano. Incluso si los patógenos resistentes llegan al hombre, las consecuencias clínicas de la resistencia pueden ser pequeñas, por tanto, se debe tomar en cuenta la aplicación del "principio de precaución" (Phillips et al., 2004).

De otro lado, existen reportes relacionada a la evidencia del potencial de transferencia de resistencia de los animales al hombre, principalmente relacionados a la infección por salmonella y campylobacter. Las cepas resistentes a los antibióticos son las salmonellas, campylobacter que son resistentes a macrólidos, los enterococos resistentes a glucopéptidos y la *E. coli* resistente a múltiples antibióticos. En todos los casos, la cadena alimentaria es el principal medio de transmisión, existen reportes de la zoonosis por la cadena alimentaria y otros medios, por tanto, los seres humanos, así como otros animales, pueden ser una fuente de bacterias resistentes, además los antibióticos pueden llegar al ambiente a través de las aguas residuales las mismas que pueden contaminar a los animales nativos. Existen muchos reportes la resistencia de Salmonella y pocos trabajos sobre Campylobacter, *E. coli* y enterococos. Sólo en el caso de Salmonella y Campylobacter, los análisis de riesgo sugieren que la resistencia posiblemente adquirida en animales puede aumentar. Sin embargo, la virulencia se identifica cada vez más como un factor en cualquier consecuencia adversa de la infección con cepas que también son resistentes a los antibióticos. Casi todos los casos a favor o en contra de los antibióticos utilizados en animales se complican por el uso de los mismos antibióticos en humanos, que son igualmente capaces de generar resistencia. El uso racional y prudente de antibióticos complementado con la higiene de los alimentos será una garantía de inocuidad alimentaria. Además, es necesaria una vigilancia del uso indiscriminado de los antibióticos (Harwood et al., 2001; Baggesen y Aarestrup, 1997; Phillips et al., 2004; Gaskin et al., 2002).

En el caso de las aves, el uso de antibióticos ha facilitado la producción eficiente de aves de corral, permitiendo al consumidor comprar a un costo razonable, carne y huevo de alta calidad. Actualmente, aproximadamente el 80% de todos los animales y aves que producen alimentos reciben medicamentos durante parte o la mayor parte de sus vidas. En este contexto, el uso indiscriminado y nocivo de los antibióticos hace que la carne de aves de corral sea insegura para el consumo humano. El cuidado de la salud de los consumidores de los posibles efectos nocivos de los residuos de medicamentos veterinarios es una preocupación relativamente reciente por tanto hay la necesidad de implementar normas para controlar el problema del uso indiscriminado de los antibióticos (Lee et al., 2001; Khan et al., 2018).

2.2. Aspectos de responsabilidad social y medio ambiental

Es fundamental tomar en cuenta la siguiente premisa planteada en el Primer encuentro SISPVET (2009) *“no puede haber salud humana si no hay salud animal, y ambas no pueden existir si el ambiente no es saludable, si está deteriorado, si no es sustentable”* (Villamil, 2010). En este contexto, la sociedad actual busca productos que sean más eficientes y armoniosos con el medio ambiente como los probióticos. De otro lado, en la producción de cuyes, las enfermedades gastrointestinales son un obstáculo importante que dificulta el desarrollo de este sector. A lo largo de las últimas décadas, la producción de los cuyes depende del uso de antibióticos para la prevención de enfermedades. No obstante, como está reportado por muchas investigaciones el uso abusivo de los antibióticos causa efectos secundarios para el animal y el ecosistema. Es preciso también señalar que la dieta de los animales debe estar enmarcada en la sostenibilidad ambiental.

De otro lado, uno de los desafíos de las universidades del tercer milenio es realizar investigación y articular con los diferentes sectores de la sociedad para buscar estrategias

conjuntas y multidisciplinarios con calidad y pertinencia. Por tanto, el presente trabajo pretende contribuir en la generación de conocimientos y su aplicación de los probióticos en la producción de los cuyes, de tal forma, que los resultados obtenidos de la presente investigación estén al servicio de los productores, y así también aportar con la misión de la universidad, la responsabilidad social.

III. Método

3.1. Tipo de investigación

Aplicada

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Estuvo formado por cuyes procedentes del Programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH, en los que se evaluaron la ganancia de peso y los niveles de la mezcla probiótica administrada a los cuyes.

3.2.2. Muestra

La muestra estaba constituida por la selección aleatoria de 36 gazapos machos destetados a los 14 ± 2 días de edad, tomados de la población de estudio, en los que se evaluaron la ganancia de peso y los niveles de la mezcla probiótica administrada a los cuyes.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Categorías	Indicadores	Ítems básicos
Independiente: Alimento suplementado con mezcla probiótica	Es la elaboración del balanceado con diferentes ingredientes nutricionales enriquecido con mezcla probiótica que tiene la finalidad de nutrir a los cuyes durante el tiempo de crianza	dosis de mezcla probiótica	tratamientos: I, II, III y IV	Volumen (mL) administrados diariamente

	hasta que lleguen al peso			
	óptimo			
Dependiente:	Es el proceso crecimiento y	Incremento	Consumo de	Rendimiento de
Parámetros	ganancia de peso que se evaluó	de Peso	alimentos,	peso alcanzados
productivos	semana a semana en el cuy		Ganancia de	en la semana
	hasta el término de su crianza		peso,	
			conversión	
			alimenticia,	
			rendimiento de	
			carcasa	

3.4. Instrumentos

Se empleó una balanza calibrada para pesar la porción de alimento administrado y la ganancia de peso del cuy. Las técnicas que se emplearon fueron de acuerdo a los protocolos validados en el laboratorio para garantizar los datos del experimento, así como las formulaciones de alimento suplementado y la mezcla probiótica.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Unidades experimentales.

Para la investigación, se utilizó 36 gazapos machos destetados de 14 ± 2 días de edad.

Los cuyes se alimentaron de acuerdo al siguiente protocolo:

Tabla 2

Alimentación de los cuyes

Tratamiento	Alimentos	Mezcla probiótica (mL)
T0 (testigo)	cuyes alimentados con alfalfa, alimento balanceado y agua	Ninguna

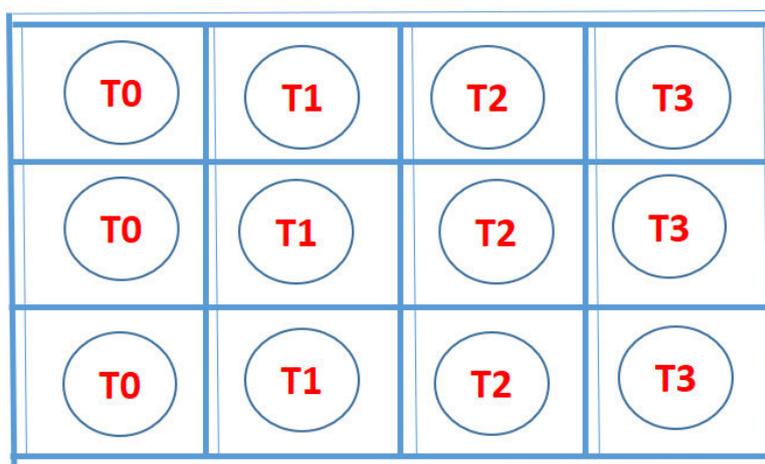
T1	cuyes alimentados con alfalfa, alimento balaceado y agua	50
T2	cuyes alimentados con alfalfa, alimento balaceado y agua	100
T3	cuyes alimentados con alfalfa, alimento balaceado y agua	150

La mezcla probiótica estuvo formado por células vivas de *Lactobacillus casei* *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Para la realización del presente estudio, se utilizó el protocolo de Cano et al., (2016) modificado para las condiciones de Ayacucho.

3.5.2. Instalaciones

- a) **Galpón:** La investigación se realizó en criadero de cuyes del programa de Investigación en Pastos y Ganadería, en un área de 60 m² y dentro de ellas las pozas de crianza.
- b) **Poza.** Las pozas se construyeron a base de malla con columnas de madera, cuyas dimensiones fueron de 0,40 m. de ancho, de largo 0,50 m y de altura 50 cm.
- c) **Comederos:** En cada poza se colocó comedero de arcilla cuya capacidad fue de 500 g.
- d) **Bebederos:** Se colocó bebederos de plástico de capacidad 400 ml. en la que secolocó agua limpia.

Figura 1*Disposición de las pozas en el galpón***3.5.3. Preparación del alimento balanceado.**

El alimento balanceado se formuló en el programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH, se preparó en forma manual respetando los porcentajes de los ingredientes (véase tabla 3).

Tabla 3*Porcentaje de dieta balanceado*

Ingrediente	%
Pancamel	31,2
Subproducto de trigo	19,8
Maíz amarillo	14,3
Torta de soya	19,1
Grasa de vacuno	0,95
Harinilla de trigo	9,5
Harina de pluma	0,8
Pasta de algodón	2,9

Carbonato de calcio	1,3
Premix	0,1
Total	100

Nota. Ración formulada con 18% de proteína y 2,7 Mcal/Kg de EM.

3.5.4. *Alimentación de los cuyes.*

Se alimentaron utilizando alfalfa verde equivalente al 10% del peso corporal + alimento balanceado + la mezcla probiótica. Se brindó el alimento en dos tiempos tanto en la mañana como en la tarde.

3.5.5. *Parámetros evaluados*

- **Consumo de alimento.**

Se determinó la cantidad del alimento balanceado consumido por los animales por diferencia entre la cantidad brindada y la cantidad residual durante la semana, para ello se realizó el pesado de la ración diaria durante los días de consumo.

$$C. \text{ alimenticio (g)} = \text{Alimento ofrecido} - \text{alimento residual}$$

- **Ganancia peso de animal en gramos.**

Los cuyes se pesaron cada 7 días y tomando como referencia el tiempo. Antes de las 6:00 p.m. del día anterior, se retiró el resto del alimento no consumido para facilitar el pesado del cuy en ayunas. Los datos obtenidos se procesaron para calcular la ganancia de peso acumulado y peso final.

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

- **Conversión alimenticia.**

En cada tratamiento se determinó tomando en cuenta el acumulado del consumo del alimento y la ganancia de peso vivo de los cuyes respectivamente.

$$C. alimenticia = \frac{\text{Consumo total materia seca}}{\text{Ganancia total de peso vivo}}$$

- **Rendimiento de carcasa**

Se determinó la relación entre la carcasa y el peso vivo por 100.

$$R.carcasa = \frac{\text{Peso de carcasa}}{\text{Peso vivo a beneficio}} \times 100$$

3.6 Análisis de datos

Los resultados obtenidos se procesaron estadísticamente con el software estadístico SAS cuyo diseño experimental es completamente al azar. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia de 0,05 y para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de contraste de Tukey.

IV. Resultados

En el presente estudio se muestra los resultados del diseño completamente al azar aplicado a cuatro tratamientos de gazapos machos destetados a los 14 ± 2 días procedentes del Centro Experimental de la UNSCH. En el caso del peso vivo de los cuyes, los resultados en promedio semana se evidencian en la siguiente tabla.

Tabla 4

Peso vivo (g.) promedio semanal de los cuyes

Tratamiento	SEMANAS									
	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	253,44	329,22	388,00	434,33	500,06	562,39	626,50	697,39	744,72	828,83
T1	255,78	331,67	399,44	453,89	531,67	602,33	682,67	750,11	809,11	868,33
T2	240,89	326,67	397,67	445,78	524,67	598,67	683,89	744,78	801,67	875,56
T3	252,67	323,44	393,56	448,78	524,56	600,44	685,00	755,11	814,89	886,44

En la tabla 4 se muestra el progreso de los pesos promedios semanales, en el transcurso del trabajo de investigación, el crecimiento de los cuyes mostró una evolución favorable al superar 800g en el T1, T2 y T3 a la octava semana de evaluación en comparación al T0 que superó al peso indicado a la novena semana de estudio. Se puede inferir, que los microorganismos probióticos utilizados favorecen en el peso vivo de los cuyes.

Tabla 5*Análisis de varianza del peso vivo de los cuyes*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor f	Pr > f
Tratamientos	3	7061,7225	2353,9075	2,27	0,1575
Error	8	8296,24667	1037,03083		
Total	11	15357,9692			

C.V. = 4,63%

En la tabla 5 se observa que el $pr > f$ es mayor a $\alpha = 0,05$; por tanto, no hay diferencia significativa entre los tratamientos.

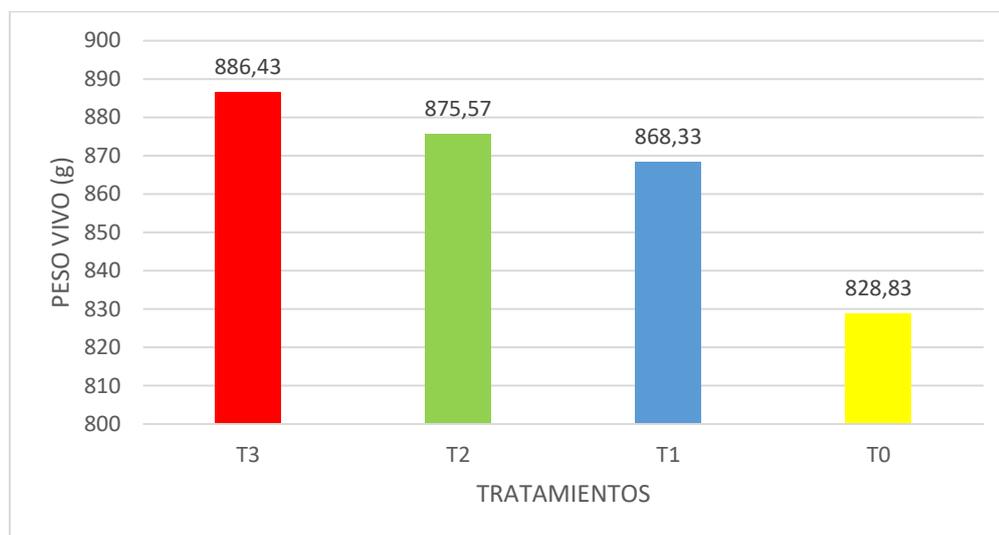
Tabla 6*Prueba de contraste de Tukey para peso vivo*

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	886,43	T3
A	875,57	T2
A	868,33	T1
A	828,83	T0

En la tabla 6 se evidencia que al aplicar la prueba de contraste de Tukey efectivamente no hay significancia entre los tratamientos. No obstante, se muestra que el T3 tiene mayor promedio del peso vivo en comparación a los demás tratamientos.

Figura 2

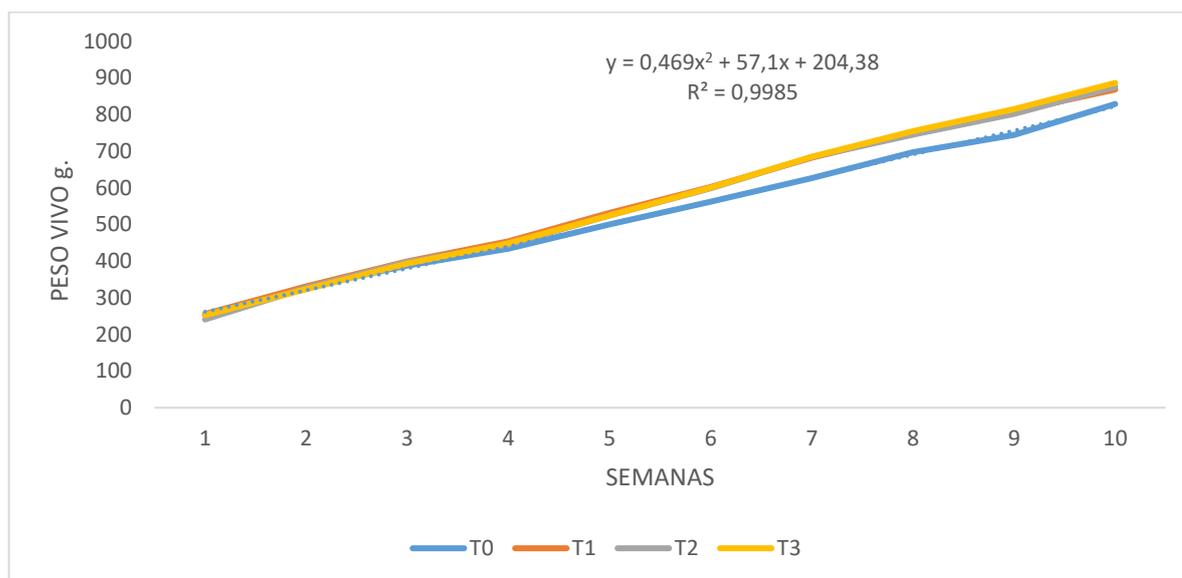
Comparativo de los tratamientos sobre el peso vivo de cuyes



En la figura 2, se observa que el T3 es el mejor tratamiento porque los cuyes lograron un peso promedio de 886,43 g seguidos por el T2 y T1. Sin embargo, el T0 (testigo) alcanzó un promedio de 828 g a las nueve semanas de evaluación.

Figura 3

Efecto de los tratamientos sobre el peso vivo



En la figura 3 se evidencia la correlación que existe entre las semanas y el peso vivo de los cuyes, la curva es polinómica con una correlación (R^2) del 99.85%.

4.1. Contrastación de hipótesis

Hipótesis estadística: Ganancia de peso

H1: El alimento suplementado con mezcla probiótica permite la ganancia de peso del “cuy”.

H0: El alimento suplementado con mezcla probiótica no permite la ganancia de peso del “cuy”.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Tabla 7

Ganancia de peso (g.) promedio semanal acumulado por tratamiento.

Tratamiento	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	75,22	134,00	180,33	246,06	308,39	372,50	443,39	490,72	574,83
T1	75,90	143,68	198,12	275,90	346,57	426,90	494,34	553,34	612,57
T2	85,77	156,77	204,88	283,77	357,77	442,99	503,88	560,77	634,66
T3	70,78	140,89	196,11	271,89	347,78	432,33	502,44	562,22	633,78

Tabla 8

Análisis de varianza para ganancia de peso.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor f	Pr > F
Tratamientos	3	7061,7225	2353,9075	2,27	0,1575
Error	8	8296,24667	1037,03083		
Total	11	15357,9692			

C.V. = 5.46%

En la tabla 8, se observa que el $pr > f$ es mayor a $\alpha = 0,05$ indicando que no existe diferencia significativa, por tanto, se considera la hipótesis alterna donde todos los

tratamientos son iguales, por tanto, la adición de bacterias lácticas no influye significativamente en la ganancia de peso.

Tabla 9

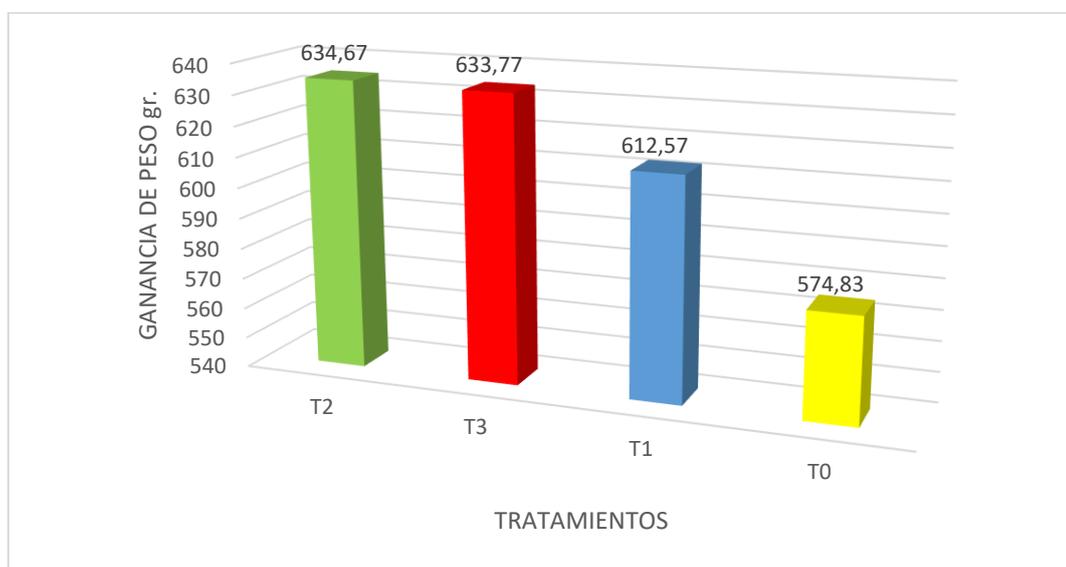
Prueba de contraste de Tukey para ganancia de peso

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	634,67	T2
A	633,77	T3
A	612,57	T1
A	574,83	T0

En la Tabla 9 se muestra la prueba de contraste de Tukey, si bien no hay diferencia significativa entre tratamientos, los resultados indican que en la actualidad los cuyes se venden por unidad, por tanto, el análisis estadístico no influye; pero si los cuyes se comercializasen por kilos (en otros lugares ya venden por kilos) si existe una diferencia numérica a favor del T1, T2, T3 que superan al tratamiento testigo (T0).

Figura 4

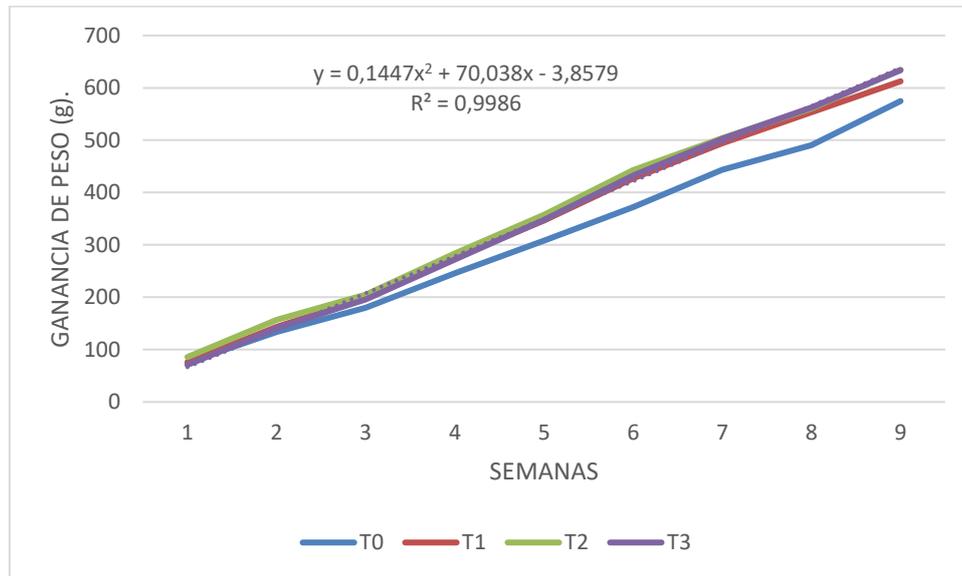
Comparativo de los tratamientos sobre la ganancia de peso.



La figura 4 corrobora que en la comparación de los promedios se observa que el T2 es el mejor, seguidos por el T3 y T1, en comparación al tratamiento testigo (T0).

Figura 5

Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso



En la figura 5, muestra un R2 de 99,86%, que existe una alta correlación entre el tiempo y la ganancia de peso, se ajusta a una curva polinómica; que a medida que se transcurren las semanas se incrementa también la ganancia de peso.

Hipótesis estadística: Consumo de alimentos

H1: El alimento suplementado con la mezcla probiótica influye en el consumo de alimentos del “cuy”.

H0: El alimento suplementado con la mezcla probiótica no influye en el consumo de alimentos del “cuy”.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 10*Consumo promedio semanal acumulado (g) de alimento*

TRATAMIENTO	SEMANAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	183,43	378,39	600,09	851,88	1127,95	1434,46	1734,68	2076,40	2415,23
T1	167,35	366,32	612,26	905,35	1214,22	1562,80	1918,51	2309,44	2693,54
T2	174,58	374,97	611,33	884,01	1184,95	1532,99	1874,59	2261,03	2659,48
T3	165,46	365,32	601,14	881,94	1192,59	1542,25	1877,60	2276,57	2706,12

Tabla 11*Análisis de varianza del consumo de alimento*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor f	Pr > f
Tratamientos	3	168923,7	56307,9	7,59	0,01
Error	8	59373,52	7421,69		
Total	11	228297,22			

C.V. = 3,29%

En la tabla 11 se observa que el $pr > f$ es menor a $\alpha = 0,05$; por tanto, se diferencia significativamente entre todos los tratamientos, entonces se acepta a la hipótesis que el alimento suplementado con la mezcla probiótica influye en el consumo de alimentos.

Tabla 12

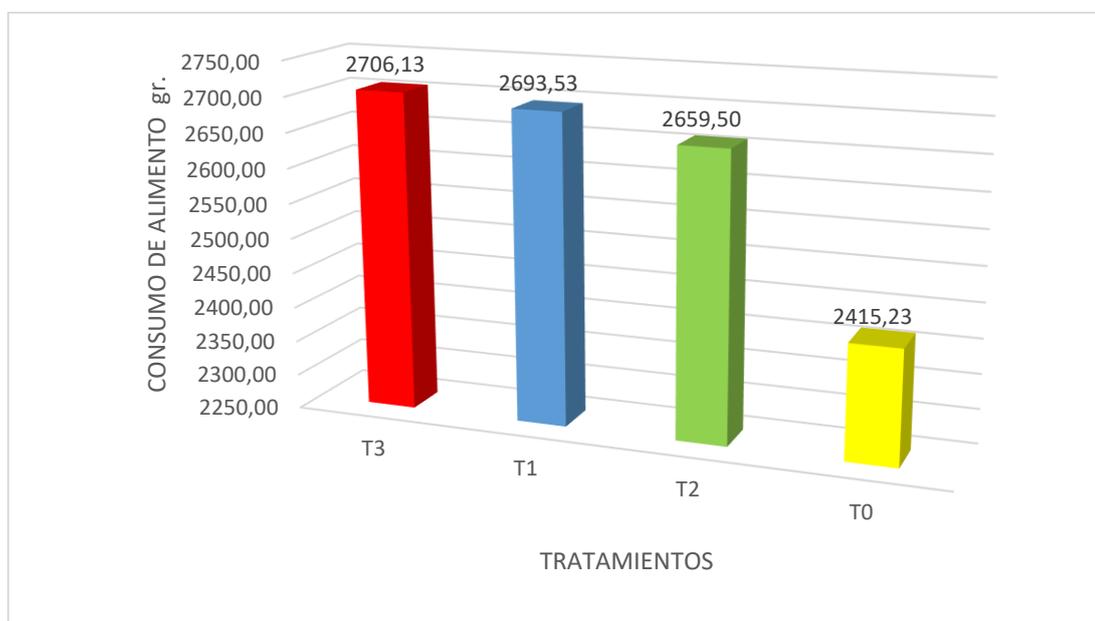
Prueba de contraste de Tukey en el consumo de alimento.

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	2706,13	T3
A	2693,53	T1
A	2659,50	T2
B	2415,23	T0

En la tabla 12 al utilizar la prueba de contraste de Tukey, se muestra que se diferencian significativamente de los T3, T2 y T1 con respecto al T0 (testigo). El T3 resultó mejor por alcanzar 2706,13 g seguido del T1 con 2693,53 y T2 con 2659,50 g respectivamente.

Figura 6

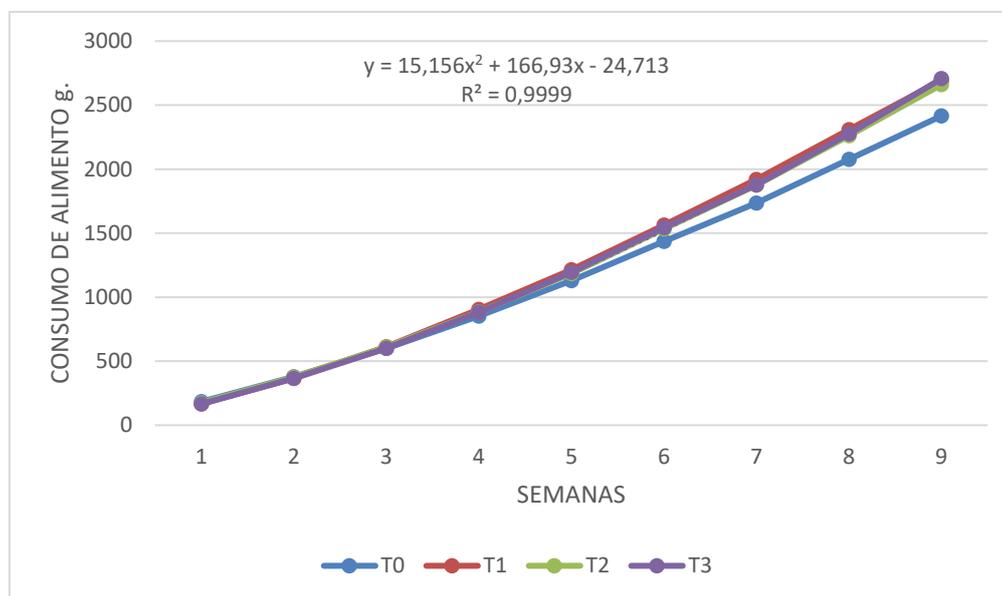
Comparativo de los promedios de los tratamientos en consumo de alimento.



En la figura 6 se corrobora los promedios en el consumo de alimento, el T3 es el mejor, seguidos por el T1 y T2 en comparación al tratamiento testigo (T0).

Figura 7

Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento



En la figura 7 se obtuvo un R^2 de 99,99 %, significa que existe una alta correlación entre el tiempo y el consumo de alimento y que la curva se ajusta a una polinómica; que a medida que se incrementa las semanas se incrementa el consumo de alimento de los cuyes.

Hipótesis estadística: Conversión alimenticia

H1: El alimento suplementado con la mezcla probiótica influye en la conversión alimenticia del engorde de “cuy”.

H0: El alimento suplementado con la mezcla probiótica no influye en la conversión alimenticia del engorde de “cuy”.

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Tabla 13*Índice de conversión alimenticia promedio semanal acumulado*

Tratamiento	Semanas								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
T0	2,45	2,83	3,35	3,50	3,69	3,87	3,93	4,25	4,22
T1	2,25	2,56	3,10	3,28	3,50	3,66	3,89	4,18	4,40
T2	2,03	2,39	3,00	3,12	3,32	3,46	3,73	4,05	4,20
T3	2,51	2,61	3,07	3,24	3,43	3,57	3,74	4,07	4,27

Tabla 14*Análisis de varianza para conversión alimenticia*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Pr > f
Tratamientos	3	0,06916667	0,02305556	0,7267
Error	8	0,41333333	0,05166667	
Total	11	0,4825		

CV = 5,32%

En la Tabla 14 se observa que el $pr > f$ es mayor a $\alpha = 0,05$, por tanto, no existe diferencia significativa, entonces se acepta a la hipótesis nula, el alimento suplementado con la mezcla probiótica no influye en la conversión alimenticia del “cuy”.

Tabla 15

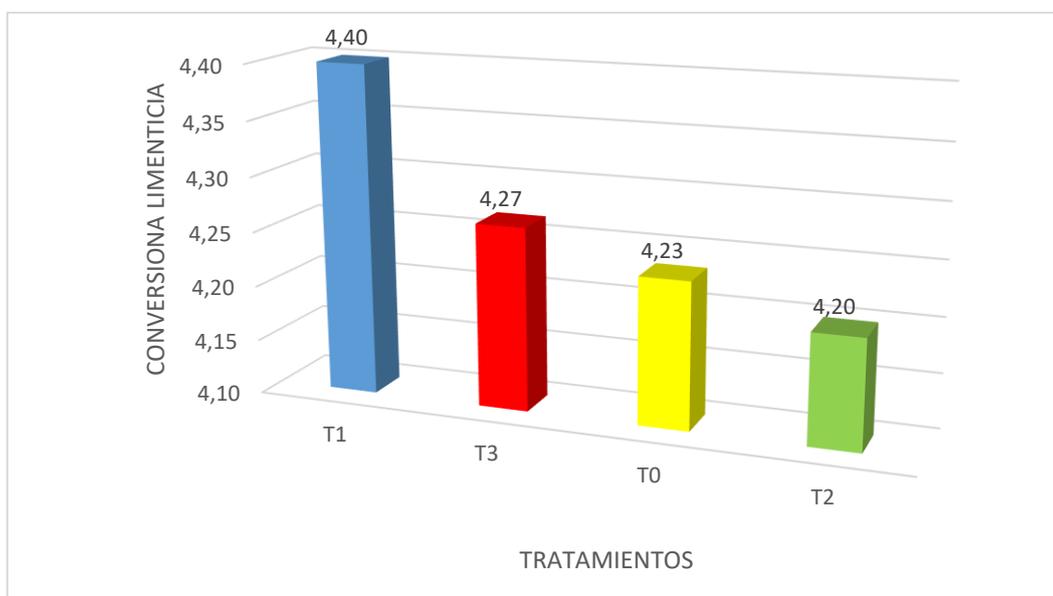
Prueba de contraste de Tukey para conversión alimenticia

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	4,40	T1
A	4,27	T3
A	4,23	T0
A	4,20	T2

En la tabla 15 de la prueba de contraste de Tukey, se evidencia que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos. No obstante, se muestra una diferencia numérica a favor del T2 (alimento suplementado con probióticos), como se puede observar en el T2 donde se logró 4.20 de conversión, por tanto, a menor consumo gana mejor peso el cuy.

Figura 8

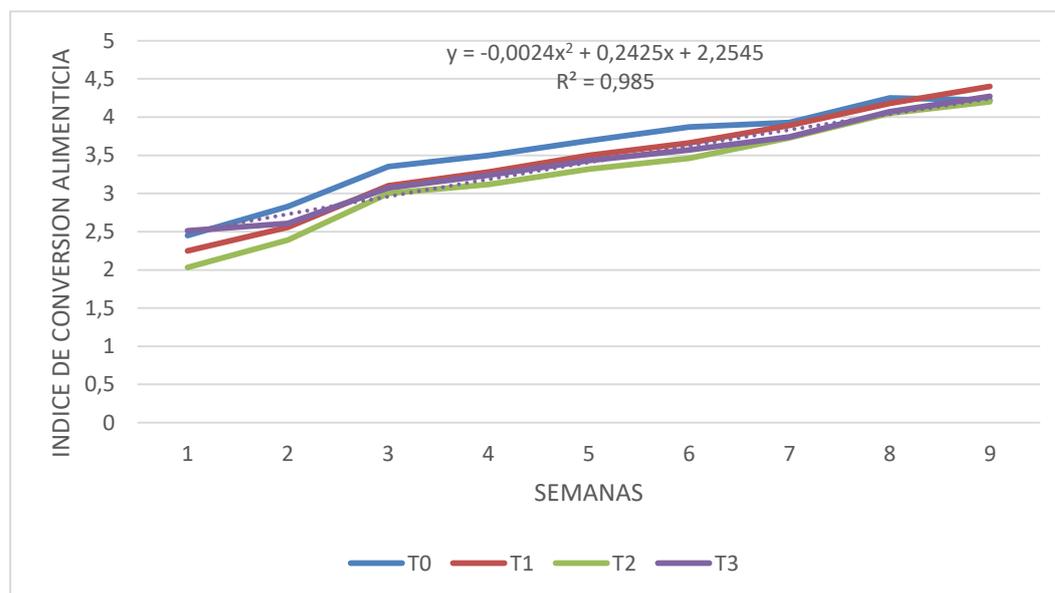
Comparativo de los promedios para conversión alimenticia



En la figura 8 se corrobora que el T2, es el mejor tratamiento por obtener el menor valor; esto quiere decir, a menor consumo gana igual de peso.

Figura 9

Efecto de los tratamientos sobre el índice de conversión alimenticia.



En la figura 9, se muestra un R^2 de 98,50 % lo que significa que existe una alta correlación entre el tiempo y el índice de conversión alimenticia y que este se ajusta a una curva polinómica; que a medida que se incrementa las semanas se incrementa la conversión alimenticia de los cuyes.

Hipótesis estadística: Rendimiento de carcasa

H1: El alimento suplementado con mezcla probiótica permite mayor rendimiento de carcasa del “cuy.

H0: El alimento suplementado con mezcla probiótica no permite mayor rendimiento de carcasa del “cuy.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Tabla 16*Rendimiento porcentual de carcasa de cada tratamiento*

Tratamientos	Rendimiento de carcasa (%)
T0	64,80
T1	71,15
T2	73,80
T3	68,95

Tabla 17*Análisis de varianza para rendimiento de carcasa*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor f	Pr > f
Tratamientos	3	86,965	28,9883333	8,65	0,0319
Error	4	13,41	3,3525		
Total	7	100,375			

C.V. =2,62

En la tabla 17 se observa que el $pr > f$ es menor a $\alpha = 0,05$; por tanto, se diferencia significativamente entre el tratamiento T2 con T1 y T3 en comparación al tratamiento control de T0, entonces se acepta que el alimento suplementado con mezcla probiótica permite mayor rendimiento de carcasa del “cuy”, por tanto, se infiere que la adición de los microorganismos probióticos favorece en el rendimiento de carcasa.

Tabla 18

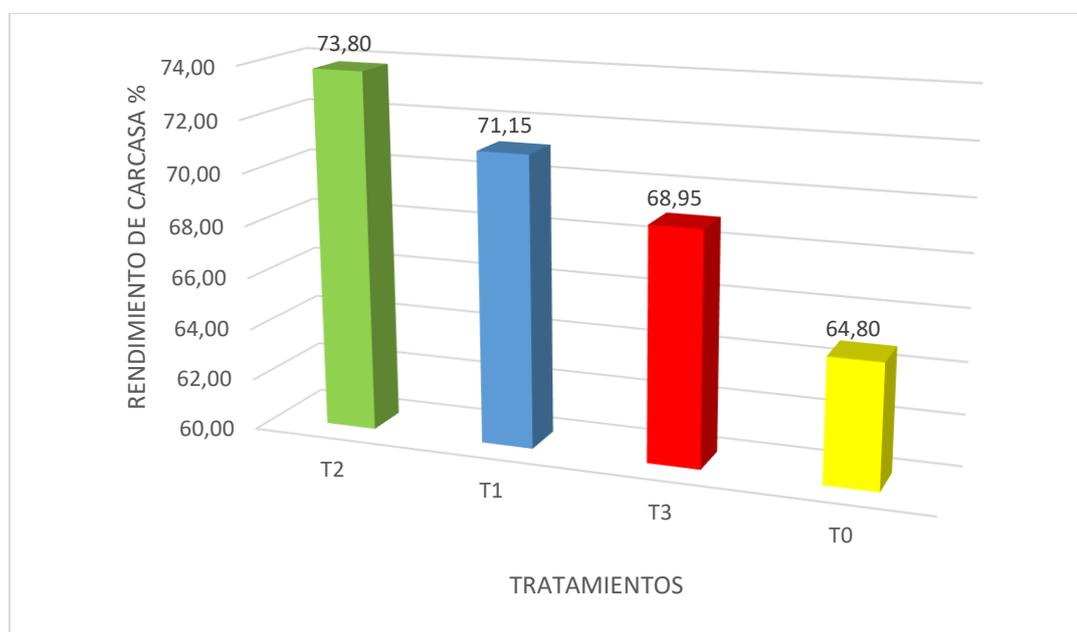
Prueba de contraste de Tukey para rendimiento de carcasa

Significancia	Promedios	Tratamientos
A	73,80	T2
BA	71,15	T1
BA	68,95	T3
B	64,80	T0

En la tabla 18, prueba de contraste de Tukey, el T2 fue el mejor, seguido de los T1 y T3 en comparación al T0. Este parámetro permite medir la real transformación del alimento en carne, tal es así que nos muestra que los tratamientos que poseen los microorganismos poseen mejor rendimiento de carcasa.

Figura 10

Comparativo de los promedios para rendimiento de carcasa



En la figura 10, se corrobora que el T2 tuvo mejor rendimiento de carcasa, seguidos por el T1 y T3 en comparación al testigo (T0).

Hipótesis general

H1: El alimento suplementado con una mezcla probiótica mejora los parámetros productivos de *Cavia porcellus* “cuy”.

H0: El alimento suplementado con una mezcla probiótica no mejora los parámetros productivos de *Cavia porcellus* “cuy”.

Tabla 19

Rendimiento productivo por tratamiento de los cuyes.

Parámetros	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Peso inicial	253,44a	255,78a	240,89a	252,67a
Peso final	828,83a	868,33a	875,56a	886,44a
Ganancia de peso	574,83a	612,57a	634,67a	633,77a
Consumo de alimento	2415,23b	2693,53a	2659,50a	2706,13a
Conversión alimenticia	4,23a	4,40a	4,20a	4,27a
Rendimiento de carcasa	64,80b	71,15ab	73,80a	68,95ab

En la tabla 19 se presenta el efecto del alimento suplementado con la mezcla probiótica sobre los parámetros productivos del cuy. De acuerdo al análisis de varianza ($p > 0,05$) se determinó que hay diferencia significativa en los parámetros del rendimiento de carcasa y el consumo de alimento. No obstante, no hay diferencias significativas para los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y peso final del cuy.

De otro lado, si bien hubo diferencia significativa tanto para consumo de alimento como rendimiento de carcasa donde alcanzaron el T2 2659,50 g y 73,80 respectivamente en comparación al testigo. Los parámetros de peso vivo, ganancia de peso conversión

alimenticia no evidenciaron significancia estadística entre los tratamientos. No obstante, se demostró que los mejores resultados fueron para el peso vivo en el T3 con 886,44 g en nueve semanas, en ganancia de peso el T2 con 634,67g y conversión alimenticia el T2 con 4.20 respectivamente en comparación al testigo. Por tanto, se puede inferir, que el T2 con 50 ml de mezcla probiótica mejoran los parámetros productivos de los cuyes.

V. Discusión de resultados

a. *Ganancia de peso*

En el caso del peso vivo se evidenció que el crecimiento de los cuyes mostró una evolución favorable al superar 800g en el T1, T2 y T3 a la octava semana de evaluación en comparación al T0 que superó al peso indicado a la novena semana de estudio (Tabla 4). Se puede inferir, que los microorganismos probióticos utilizados tiene un efecto beneficioso en el peso vivo de los cuyes. Con respecto a la ganancia de peso, la tabla 6 y figura 3 evidencian que no tuvo efecto entre los tratamientos. Sin embargo, se evidenció numéricamente que el mejor tratamiento fue el T2 donde se logró 634,67 g., seguido del T3 con 633,77 g. y T1 con 612,57 g. respectivamente en comparación al testigo (T0) en la que se obtuvo 574,83 g.

Los resultados obtenidos coinciden con los trabajos realizados por Guevara y Carcelén (2014) alcanzaron mayor ganancia de peso en el T3 (alimentos + levadura) en comparación al T4 (alimento + *Lactobacillus* + levadura). Sin embargo, según ANVA no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Bazay et al. (2014) al emplear los manano-oligosacáridos durante la etapa de engorde de los cuyes, señalan que a pesar de favorecer la ganancia de peso ligeramente, no tuvo un efecto significativo con respecto al control. De igual forma, Lázaro et al. (2005) lograron mayor ganancia de peso desde las primeras semanas de desarrollo de los marranos al emplear los microorganismos probióticos. Sin embargo, no encontró estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos al final del estudio. Valdizán (2018) al adicionar diferentes productos de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta de los cuyes reportaron que no hay diferencia significativa entre los tratamientos estudiadas. Asimismo, Molina (2008) mencionó que *Cavia porcellus* alimentados con *Lactobacillus. acidophilus* lograron mayor peso diario en comparación al tratamiento control en la que obtuvo menor ganancia de peso. En tanto no existió diferencia

significativa entre los tratamientos estudiadas. Señala también que *Lactobacillus* actúan sobre el sistema inmune de los cuyes favoreciendo el aumento de peso.

De otro lado, otros investigadores encontraron efecto significativo en la ganancia de peso al emplear probióticos. Jurado y Mesías (2017) al estudiar la adición de *Lactobacillus plantarum* en el forraje de los cuyes, determinó que hubo diferencia significativa entre los parámetros evaluados T1 y T2 donde se obtuvo mayor peso de los cuyes comparados entre los tratamientos T3 y T4, por tanto, el uso del probiótico influye parcialmente en obtener mayor peso de los cuyes. Cano et al. (2016) al emplear una mezcla comercial probiótica lograron mejor ganancia de peso de los cuyes. Ramírez et al. (2005) al emplear cepa de *Lactobacillus* spp. en la dieta de pollos concluyó un aumento significativo en el promedio de ganancia del peso vivo de pollos en comparación al grupo testigo, por tanto, los probióticos tienen un potencial de uso en la crianza de los cuyes por mejorar la microflora en las primeras semanas de crecimiento de los cuyes. De la misma forma Kritas et al. (2008) al emplear probióticos en el engorde de conejos, encontraron mayor peso diario de los animales. Flores (2014) utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y *Enterococcus faecium* en el engorde de cuyes, menciona que se obtuvieron mayor ganancia en los cuyes que fueron alimentados con concentrado + *E. faecium* y *S. cerevisiae*, seguido del tratamiento control donde se obtuvo menor peso en los cuyes al ser tratados con mayor concentración de probióticos, indica que el probiótico tiene un efecto positivo cuando se utiliza en cantidades adecuadas. Asimismo, Rodríguez (2002) al suplementar *S. faecium*, *L. casei* y *L. acidophilus* en la alimentación de pollos, gazapos y lechones determinó mejor crecimiento y ganancia de peso en los gazapos y lechones. Además, menciona que la eficiencia nutritiva del pienso es mejor durante las primeras semanas de crecimiento de los animales. Barros et al. (2008) al adicionar probióticos y prebióticos en la alimentación de los cerdos, concluyó que los lechones que recibieron la suplementación con prebióticos tenía mayor aumento de peso comparando con

el tratamiento control. Sin embargo, en la fase de lactancia materna no determinaron estadísticamente las diferencias en el consumo de alimento y aumento de peso entre tratamientos evaluados. Además, Camacho (2008) al aumentar el probiótico en la dieta de los cobayos determinó que los mayores pesos alcanzados de los cuyes se obtuvieron en el T4. Torres et al. (2013) al adicionar el consorcio probiótico en la dieta de los cuyes, reportaron que estadísticamente no se evidenció diferencia significativa en la ganancia de peso de cuy. Cano et al. (2016) al suplementar con una mezcla probiótica con tres microorganismos en la alimentación de los cuyes, determinaron que la mezcla favoreció en el aumento de peso durante el crecimiento y engorde de los cobayos. Además, Jurgens et al. (1997) al adicionar *S. cerevisiae* en la dieta de los cerdos obtuvieron mayor peso durante el engorde.

b. Consumo de alimento

En el presente trabajo se logró obtener una diferencia significativa de los tratamientos con adición de la mezcla probiótica con *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* comparando con el testigo. El T3 resultó mejor por alcanzar 2706,13 g seguido del T1 con 2693,53 y T2 con 2659,50 g respectivamente (véase tabla 12 y figura 6).

Los resultados obtenidos son similares al trabajo de Flores (2014) quién determinó que el mayor consumo de alimento fue en los cuyes que se alimentaron con concentrado + *E. faecium* y *S. cerevisiae*, luego de los cuyes que se alimentaron con dieta control, por tanto, logró mayor consumo de alimento. Demostró estadísticamente diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Además, concluye que la inclusión de la mezcla probiótica favorece un mejor consumo de alimento

Por otro lado, otros autores estadísticamente no hallaron diferencias significativas entre los tratamientos. Guevara y Carcelén (2014) al emplear alimento balanceado con probiótico en cuyes, mencionan que los mayores consumos de alimento semanal mostraron

los cuyes del T2 en comparación al T1 donde hubo menor consumo. Molina (2008) al estudiar el efecto de *Lactobacillus acidophilus* y *B. subtilis* indica que la adición de alimento con *B. subtilis* no favoreció el consumo de alimento. Igualmente, Jurado y Mesías (2017) al estudiar *L. plantarum* en cuyes, reportan en el consumo de alimentos no hubo diferencia significativa entre los parámetros evaluados. Cano et al. (2016) al evaluar un consorcio probiótico comercial conformada por *L. acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium longum*, *Saccharomyces boulardi* y *Saccharomyces cerevisiae*, indican que la adición en la dieta de una combinación en suspensión mayor a 0,2 litros de cepas probióticas, no se evidenció diferencia significativa en el crecimiento de los cuyes. Asimismo, Rodríguez (2002) al emplear bacterias productoras de ácido láctico sobre el crecimiento de gazapos, pollos y lechones, indica que la adición al pienso de bacterias ácido lácticas mejora el crecimiento de los gazapos y lechones. Torres et al. (2013) al evaluar el efecto del consorcio probiótico en las diferentes etapas del crecimiento de cuyes, mencionan que estadísticamente no hay diferencia entre los parámetros evaluados. De la misma forma, Bazay et al. (2014) al emplear los manano-oligosacáridos en el engorde de cuyes, señalan que estadísticamente en todos los tratamientos fueron similar en el consumo de alimento en comparación al control. Lazaro et al. (2005) al adicionar en la dieta de lechones, reportaron que los lechones que consumieron probióticos en la etapa de lactación incrementaron su consumo de alimento por día en comparación al testigo y estadísticamente no hubo diferencia entre los tratamientos. Valdizán (2018) al utilizar en la dieta del cuy, probiótico, prebiótico y simbiótico, menciona que hubo ligeras diferencias en el consumo del alimento. No obstante, estadísticamente no tiene efecto entre los tratamientos estudiados. Además, Barros et al. (2008) al utilizar prebiótico y probiótico demostraron que la adición del prebiótico en la alimentación animales en época de productiva, proporciona mejor ganancia de peso. Estadísticamente, no hubo diferencia entre los parámetros evaluados en la alimentación de los lechones. Camacho (2008) al emplear

suplemento de probiótico en el desarrollo y engorde cuyes, reportaron en promedio que todos los tratamientos consumieron igual cantidad de alimento.

c. Conversión alimenticia

Los resultados obtenidos evidencian que el suplemento de la mezcla probiótica con *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* no influyó en la conversión alimenticia del cuy, por tanto, no hubo diferencia significativa con el testigo. No obstante, se demostró numéricamente que el mejor tratamiento fue el T2 donde se logró 4,20 en comparación al testigo (T0) en la que se obtuvo 4,23 (tabla 15 y figura 8) por tanto, a menor consumo gana mejor peso el cuy.

Los resultados obtenidos fueron similares a Molina (2008) quien al emplear *L. acidophilus* y *B. subtilis* como suplemento en el engorde de los cuyes, concluyó que la mejor conversión alimenticia se presentó en el T1 seguido del T2 en comparación al T0, aunque que no hubo diferencia significativa en los tratamientos estudiados durante once semanas de evaluación. En tanto, otros investigadores evidenciaron que los probióticos favorecen la conversión alimenticia. Jurado y Mesías (2017) al estudiar *Lactobacillus plantarum* en los cuyes, indican que en el tratamiento T3 obtuvieron menor conversión alimenticia en comparación a T2. Sin embargo, la conversión alimenticia no fue influenciado por la adición de *Lactobacillus. plantarum*. Cano et al., (2016) al evaluar una mezcla probiótica comercial, mencionan que la suplementación con niveles del probiótico aumenta la conversión alimenticia en los cuyes. Ramirez et al. (2005) al estudiar la influencia del probiótico en pollos, comprobaron que mejora en la conversión alimenticia en comparación al grupo control. Guevara y Carcelén (2014) al evaluar el efecto de la suplementación con probióticos en el crecimiento y engorde los cuyes mencionan que la óptima conversión alimenticia alcanzó el T3 en comparación al tratamiento T2, por tanto, el uso de probióticos promueven mejor conversión alimenticia en relación al T1 (control). Bazay et al. (2014) al emplear los

manano-oligosacáridos durante la crianza del cuy indican que no hay diferencias significativas en los tratamientos en comparación al tratamiento control. Torres et al. (2013) al estudiar la adición de una cepa con características probióticas, las mismas que fueron obtenidas del intestino del animal, mencionan que la suplementación en la dieta de los cuyes influye en la conversión alimenticia durante la etapa de crecimiento y desarrollo de *Cavia porcellus*. Además, indican que *Lactobacillus* contribuyen a la absorción efectiva de nutrientes por catabolizar moléculas grandes y facilitar la difusión por la pared intestinal. Así mismo, la disponibilidad de los aminoácidos permitió el uso de la energía y por tanto contribuye el uso de la energía para la conversión alimenticia del animal. Kritas et al. (2008) al estudiar los probióticos en el engorde de conejos indican que los conejos tratados con probiótico alcanzaron mayor conversión alimenticia comparados con el tratamiento control. Además, el uso de los probióticos repercutió en crecimiento y peso de los conejos, por tanto, los probióticos mejoran los rendimientos productivos de los conejos. Flores (2014) al emplear *S. cerevisiae* y *E. faecium* en la alimentación de cuyes, menciona que el T2 fue ligeramente superior al T3 en comparación al tratamiento control. Camacho (2008) al estudiar el comportamiento del probiótico en la dieta de *Cavia porcellus*, indica que las características genéticas de los cuyes y la interacción con la presencia de probióticos ayuda en la asimilación de los alimentos. Quintana (2009) al adicionar en la alimentación de los cuyes harina de cebada más bloque mineral evidenció efecto en la conversión alimenticia en ocho semanas de investigación. Valdizán (2018) al adicionar una mezcla de prebiótico, probiótico y simbiótico en la alimentación de cuy encontraron una mayor conversión alimenticia. No obstante, a pesar de las diferencias numéricas en los resultados, estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos.

d. Rendimiento de carcasa

Los resultados obtenidos muestran claramente que hay diferencia significativa entre los tratamientos T2, T1 y T3 comparados con el T0. Se evidenció que la mezcla probiótica conformada por *L. acidophilus*, *L. casei* y *S. cerevisiae* tienen mejor efecto en el rendimiento de carcasa.

Otros autores indican que los probióticos influyen favorablemente en el rendimiento de carcasa. Molina (2008) indica que la suplementación con *Lactobacillus acidophilus* en la alimentación de cuyes facilita mayor rendimiento de carcasa al igual con el tratamiento con *Bacillus subtilis*. Torres et al. (2013) emplearon un consorcio probiótico aisladas de la microbiota intestinal y suplementó de la dieta de los cuyes, determinando estadísticamente que no presentó diferencias entre tratamientos el rendimiento de carcasa. Lui et al. (2005) al estudiar un consorcio de ocho microorganismos probióticos no encontró efecto positivo en el rendimiento de la carcasa del crecimiento y desarrollo de los conejos. Bazay et al. (2014) al emplear los manano-oligosacáridos en el crecimiento y desarrollo de los cuyes, señalan que no hubo estadísticamente diferencias comparados con el tratamiento testigo. Flores (2014) al emplear *Saccharomyces cerevisiae* y *Enterococcus faecium* en la etapa de crecimiento de los cuyes determinó mayor rendimiento de carcasa al utilizar una dieta suplementado con 15 g de *S. cerevisiae* y *E. faecium* en comparación con tratamiento de menor concentración de probiótico. Guevara y Carcelén (2014) al evaluar la adición de probiótico, concluyeron que el óptimo rendimiento de la carcasa se logró en cuyes alimentados a base de alfalfa + concentrado (T1), mientras que el tratamiento que contenía *Lactobacillus* y levadura tuvo menor rendimiento de carcasa. No obstante, no encontró diferencia significativa entre los tratamientos realizados. Canto et al. (2019) al emplear *Lactobacillus*, mencionan que no evidenció estadísticamente diferencias entre cinco tratamientos evaluados. No obstante, la

dieta del cuy suplementado con 0,2% de *Lactobacillus* logró mayor rendimiento de carcasa en comparación al control.

VI. Conclusiones

- La suplementación de una mezcla probiótica de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de los cuyes evidenció efecto significativo en el rendimiento de carcasa y consumo de alimento. Sin embargo, estadísticamente no presentó diferencia significativa en la conversión alimenticia y ganancia de peso.
- En ganancia de peso se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, pero se demostró numéricamente que el mejor tratamiento fue el T2 donde se logró 634,67 g. en nueve semanas.
- En consumo de alimentos, la mezcla probiótica tuvo efecto significativo siendo el T3 el mejor, el cual alcanzó 2706,13 g en nueve semanas de estudio.
- La mezcla probiótica no tuvo efecto sobre la conversión alimenticia. Sin embargo, se evidenció numéricamente que el mejor tratamiento fue el T2.
- La suplementación de la mezcla probiótica favoreció el rendimiento de la carcasa durante el crecimiento y engorde del cuy, de los cuales el tratamiento T2 mostró mayor eficiencia.

VII. Recomendaciones

- Realizar la investigación utilizando diferentes concentraciones de mezcla probiótica en animales menores de consumo humano.
- Incluir en el estudio, el efecto de la mezcla en diferentes razas de cuyes peruanas.
- Realizar nuevos estudios empleando diferentes concentraciones de bacterias ácido lácticas tanto en animales como en plantas.
- Utilizar un consorcio de microorganismos probióticos en el bebedero de los cuyes.

VIII. Referencias

- Acosta, A. (2012). *Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento- engorde de cuyes*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. Repositorio Institucional ESP. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1255/1/17T0975.pdf>
- Aguilar, R., Bustamante, L., Bazán, R. y Falcón, P. (2011). Diagnóstico situacional de la crianza de cuyes en una zona de Cajamarca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(1), 09-14.
- Airahuacho, A., Esteban, F., y Vergara, V. (2017). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(2), pp. 255-264. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i2.13079>
- Altermann, E., Russell, W., Azcarate-Peril, M., Barrangou, R., Buck, B., McAuliffe, O. y Lick, S. (2005). Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(11), 3906-3912.
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. y Martínez, M. (2006). Probiotics for animal nutrition in the European Union. Regulation and safety assessment. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 45(1), pp. 91-95. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2006.02.004>
- Araníbar, E. y Echevarría, L. (2014). Número de ovulaciones por ciclo estrual en cuyes (*Cavia porcellus*) Andina y Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(1), 29-36.
- Ayudthaya, S., Van der Oost, H., Van der Oost, J., Van Vliet, D., y Plugge, C. (2019). Microbial Diversity and Organic Acid Production of Guinea Pig Faecal

- Samples. *Current microbiology*, 76(4), 425-434. <https://doi.org/10.1007/s00284-019-01630-x>
- Baggesen, D., y Aarestrup, F. (1997). Antibiotic resistance in *S. enterica* isolated from Danish pig herds. Iowa State University of Science and Technology.
- Balaguer, C., Capilla, A., Delgado, V., y Macías, D. (2019). A comparison of the growth performance, carcass traits, and behavior of guinea pigs reared in wire cages and floor pens for meat production. *Meat science*, 152, 38-40.
- Ayudthaya, S. Van der Oost, H., Van der Oost, J., Van Vliet, D. M., y Plugge, C. (2019). Microbial Diversity and Organic Acid Production of Guinea Pig Faecal Samples. *Current microbiology*, 76(4), 425-434. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.012>
- Baptista, A., Horii, J., Calori-Domingues, M., Glória, E., Salgado., y Vizioli, M. (2002). Thermolysed and active yeast to reduce the toxicity of aflatoxin. *Scientia Agricola*, 59(2), 257-260. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000200008>
- Barbosa., De Souza Rodrigues, R., Leite, M., Gois., da Silva Araújo, D., de Alencar, M. G. y Queiroz, M. (2020). Effect of sex on carcass yield and meat quality of guinea pig. *Journal of Food Science and Technology*. 57(8), 3024-3030. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04335-3>
- Barros., Caramori., Corrêa, V., Abreu., Fraga, A., Mainardi, F., y Dutra, V. (2008). Efeito da adição de probiótico e prebiótico sobre o ganho de peso, consumo de ração e ocorrência de diarreia em leitões na fase de aleitamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(3), 45-48.
- Bazay, G., Carcelén, F., Ara, M., Jiménez, R., González, R., y Quevedo, W. (2014). Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia*

- porcellus*) durante la fase de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(2), pp.198-204.
- Brossard, L., Chaucheyras-Durand, F., Michalet-Doreau, B., y Martin, C. (2006). Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of interaction. *Animal Science*, 82(6), pp. 829-836. <https://doi.org/10.1017/ASC200693>
- Bull, M., Plummer, S., Marchesi, J. y Mahenthiralingam, E. (2013). The life history of *Lactobacillus acidophilus* as a probiotic: a tale of revisionary taxonomy, misidentification and commercial success. *FEMS microbiology letters*, 349(2), 77-87. <https://doi.org/10.1111/1574-6968.12293>
- Camacho, J. (2008). *Efecto del probiótico (lacto-sacc) en la alimentación de cobayos criollos machos en la fase de crecimiento y engorde, en natabuela, provincia de Imbabura. Ecuador*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. Repositorio Institucional EPCH. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5874>
- Camino, J., y Hidalgo, V. (2014). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 25(2), 190-197.
- Cano, J. (2012). *Efecto de la suplementación de prebiótico líquido sobre los parámetros productivos en cuyes (Cavia porcellus) durante la fase de crecimiento y engorde*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3904>
- Cano, J., Carcelén, F., Ara, M., Quevedo, W., Alvarado, A., y Jiménez, R. (2016). Efecto de la suplementación con una mezcla probiótica sobre el comportamiento productivo de

- cuyes (*Cavia Porcellus*) durante la fase de crecimiento y acabado. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(1), 51-58.
- Canto, F., Bernal, W., y Saucedo, J. (2019). Efecto de suplementación con probiótico (lactobacillus) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(2), 39-44. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.317>
- Castillo, C., Carcelén, F., Quevedo, W. y Ara, M. (2012). Efecto de la suplementación con bloques minerales sobre la productividad de cuyes alimentados con forraje. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 23(4), pp. 414-419.
- Cayetano, L. (2019). *Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (Cavia porcellus) bajo dos sistemas de alimentación*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5028>
- Chauca L. 1997. *Producción de Cuyes (Cavia porcellus)*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Chauca, L. (2007). Logros obtenidos en la mejora genética del cuy (*Cavia porcellus*) experiencias del INIA. *Arch. Latinoamérica de Producción Animal*, 15(1), 216-222.
- Chaucheyras-Durand, F., y Durand, H. (2010). Probiotics in animal nutrition and health. *Beneficial microbes*, 1(1), 3-9. <https://doi.org/10.3920/BM2008.1002>
- Chaucheyras-Durand, F., Walker, N., y Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 5-26. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019>
- Chiofalo, V., Liotta, L., y Chiofalo, B. (2004). Effects of the administration of Lactobacilli on body growth and on the metabolic profile in growing Maltese goat kids. *Reproduction Nutrition Development*, 44(5), 449-457.

- Chiou, P., Yu, B., y Kuo, C. (2000). Comparison of digestive function among rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. I. Performance, digestibility and rate of digesta passage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(11), 1499-1507.
- Claesson, M., Van Sinderen, D., y O'Toole, P. (2008). Lactobacillus phylogenomics—towards a reclassification of the genus. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58(12), 2945-2954.
- Contreras, J., Tunque, M., y Cordero, A. (2015). Rendimiento Hidropónico de la Arveja con Cebada y Trigo en la Producción de Germinados. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(1), 9-19. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10910>
- Coronado, M., Fabián, C., Huamán, M., Hurtado, J., y Linares, M. L. (2007). *Manual técnico para la crianza de cuyes en el Valle del Mantaro*. Talleres Gráficos PRESSCOM.
- Corzo, N., Alonso, J., Azpiroz, F., Calvo, M., Cirici, M., Leis, R. y Rúperez Antón, P. (2015). Prebiotics: Concept, properties and beneficial effects Prebióticos; Concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición hospitalaria*, 31(1), 99-118.
- Crowley, E., King, J., Wilkinson, T., Worgan, H., Huson, K., Rose, M., y McEwan, N. (2017). Comparison of the microbial population in rabbits and guinea pigs by next generation sequencing. *PloS one*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165779>
- Delcenserie, V., Martel, D., Lamoureux, M., Amiot, J., Boutin, Y., y Roy, D. (2008). Immunomodulatory effects of probiotics in the intestinal tract. *Current issues in molecular biology*, 10(1-2), 37-54. <https://doi.org/10.21775/cimb.010.037>
- Desai, A., Shah, N., y Powell, I. (2006). Discrimination of dairy industry isolates of the Lactobacillus casei group. *Journal of dairy science*, 89(9), 3345-3351.
- Doležal, P., Dvořáček, J., Doležal, J., Čermáková, J., Zeman, L., & Szwedziak, K. (2011). Effect of feeding yeast culture on ruminal fermentation and blood indicators of

- Holstein dairy cows. *Acta Veterinaria Brno*, 80(2), 139-145.
<https://doi.org/10.2754/avb201180020139>
- Felis, G., y Dellaglio, F. (2007). Taxonomy of lactobacilli and bifidobacteria. *Current issues in intestinal microbiology*, 8(2), 44.
- Figueroa, I., Rodríguez, A. (2005). Mecanismos moleculares de patogenicidad de *Salmonella* sp. *Revista latinoamericana de microbiología*, 47(1-2), 25-42.
- Flores, M. (2014). *Efecto de probióticos (Saccharomyces cerevisiae y Enterococcus faecium) en el engorde y sanidad de cuyes-Ayacucho*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1928>
- Flores, L. (2016). *Determinación del momento óptimo de beneficio en cuyes mejorados alimentados bajo tres sistemas de alimentación-provincia de Cusco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional UNSAAC. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1827>
- García, M., López Y, Carcassés, A. (2012). Los probióticos, qué son?. Empleo de probióticos en los animales. *Sitio Argentino de Producción Animal*. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/45-Empleo_probioticos.pdf
- García, J., Ishaq, S., Rodriguez, M., Garcia, C., Kawa, J., y Nagaraja, T. (2020). Are there indigenous *Saccharomyces* in the digestive tract of livestock animal species? Implications for health, nutrition and productivity traits. *Animal*, 14(1), 22-30.
<https://doi.org/10.1017/S1751731119001599>
- García, J., Rodríguez, M., Marroquín, A., y Kawa, J. (2019). The health enhancer yeast *Saccharomyces cerevisiae* in two types of commercial products for animal

nutrition. *Letters in applied microbiology*, 68(5), 472-478.
<https://doi.org/10.1111/lam.13141>

Garg, M., Sherasia, P., Bhanderi, B., Phondba, B., Shelke, S., y Makkar, H. (2013). Effects of feeding nutritionally balanced rations on animal productivity, feed conversion efficiency, feed nitrogen use efficiency, rumen microbial protein supply, parasitic load, immunity and enteric methane emissions of milking animals under field conditions. *Animal Feed Science and Technology*, 179(1-4), 24-35.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.11.005>

Gaskins, H., Collier, C., y Anderson, D. (2002). Antibiotics as growth promotants: mode of action. *Animal biotechnology*, 13(1), 29-42. <https://doi.org/10.1081/ABIO-120005768>

Giraffa, G., Chanishvili, N., y Widyastuti, Y. (2010). Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. *Research in microbiology*, 161(6), 480-487.
<https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.03.001>

Grillenberger M, Neumann C., Murphy, P, Bwibo, N., Weiss, E., Jiang L, Hautvast J., y West C E. (2006). Intake of micronutrients high in animal-source foods is associated with better growth in rural Kenyan school children. *British Journal of Nutrition*, 95(2), 379-390. <https://doi.org/10.1079/BJN20051641>

Guevara, J., y Carcelén, F. (2014). Efecto de la suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 17(2), 69-74.

Grongnet, J. F., Assidjo, N. E., Thys, E., Marnet, P. G., Catheline, D., Legrand, P., & Kouba, M. (2013). Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat science*, 93(4), 821-826.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.036>

- Harwood, V., Brownell, M., Perusek, W., y Whitlock, J. (2001). Vancomycin-resistant *Enterococcus* spp. isolated from wastewater and chicken feces in the United States. *Appl. Environ. Microbiol.*, 67(10), 4930-4933. <https://doi.org/10.1128/AEM.67.10.4930-4933.2001>
- Hernández, C. (2015). *Efecto del sexo y edad de sacrificio sobre los quintos cuartos de la calidad de la canal del cuy*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional UNCH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/431>
- Herrera, E., y Núñez, W. (2007). *Producción y uso de forraje verde hidropónico de cebada, maíz amarillo y asociados en el engorde de cuyes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2925>
- Hocquette, J., Botreau, R., Legrand, I., Polkinghorne, R., Pethick, D. W., Lherm, M. y Terlouw, E. M. C. (2014). Win-win strategies for high beef quality, consumer satisfaction, and farm efficiency, low environmental impacts and improved animal welfare. *Animal Production Science*, 54(10), 1537-1548.
- Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G., y Vílchez, C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(3), 486-494. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>
- Huertas, R. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 8(1), pp. 93-105.
- Integrated Taxonomic Information System. *Lactobacillus acidophilus*. https://itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=962783#null

- ITIS. *Cavia porcellus*. Accedido el 27 de mayo, 2018, https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=584713#null
- Jurgens, M., Rikabi, R., y Zimmerman, D. (1997). The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs. *Journal of animal science*, 75(3), 593-597.
- Jurado, A., y Mesías, I. (2017). Evaluation in vivo of *Lactobacillus plantarum* with probiotic characteristics by blood chemistry, immunohisto química and electron microscopy in *Cavia porcellus*. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 11-21. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)11-21](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)11-21)
- Khaleghi, M., Kasra Kermanshahi, R., y Zarkesh-Esfahani, S. H. (2011). Effects of penicillin G on morphology and certain physiological parameters of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356. *J Microbiol Biotechnol*, 21(8), 822-9. <https://doi.org/10.4014/jmb.1012.12020>
- Khan, M., Ferdous, J., Ferdous. Islam, M., Rafiq, K., y Rima, U. (2018). Study on indiscriminate use of antibiotics in poultry feed and residues in broilers of Mymensingh city in Bangladesh. *Progressive Agriculture*, 29(4), 345-352. <https://doi.org/10.3329/pa.v29i4.41348>
- Kimura, B., LeFebvre, M., deFrance, S., Knodel, H., Turner, M., Fitzsimmons, N. y Mulligan, C. J. (2016). Origin of pre-Columbian guinea pigs from Caribbean archeological sites revealed through genetic analysis. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 5, 442-452. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2015.12.012>
- Kouakou, P., Skilton, R., Djikeng, A., Fantodji, A., Gourene, B., y Aoussi, S. C. (2015). Genetic diversity and population structure of cavy (*Cavia porcellus* L) in three agro ecological zones of Côte d'Ivoire. *IJAAR*, 6, 27-35.

- Kritas, S., Petridou, E., Fortomaris, P., Tzika, E., Arsenos, G. y Koptopoulos, G. (2008). El efecto de los probióticos en la microbiología, la salud y el rendimiento de los conejos de engorde. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21 (9), 1312-1317.
- Lammers P., Carlson, S., Zdorkowski G., Honeyman M. (2009). Reducing Food insecurity in developing countries through meat production: The potential of the guinea pig (*Cavia porcellus*). *Review Agriculture and Food System*, 24(2), 155-162.
<https://doi.org/10.1017/S1742170509002543>
- Lázaro, D., Carcelén, C., Torres, A., y Ara, G. (2005). Efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 16(2), 97-102.
- Lee, M., Lee, H., y Ryu, P. (2001). Public health risks: Chemical and antibiotic residues-review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(3), 402-413.
<https://doi.org/10.5713/ajas.2001.402>
- León, Z., Silva, E., Wilson, A., Callacna, M. (2016). Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* "cuy" en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. *Scientia Agropecuaria*, 7(SPE), 259-263.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.14>
- Li, X., Yin, J., Li, D., Chen, X., Zang, J., y Zhou, X. (2006). Dietary supplementation with zinc oxide increases IGF-I and IGF-I receptor gene expression in the small intestine of weanling piglets. *The Journal of nutrition*, 136(7), 1786-1791.
<https://doi.org/10.1093/jn/136.7.1786>
- López. (2016). *Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea Inti, Andina y Perú*. [Tesis pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador]. Repositorio institucional ESCH.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23318>

- Lui, J. F., de Oliveira, M. C., Caires, D. R., y Cancherini, L. C. (2005). Desempenho, rendimento de carcaça e pH cecal de coelhos em crescimento alimentados com dietas contendo níveis de probiótico. *Ciência Animal Brasileira*, 6(2), 87-93.
- Mamani, R., Jiménez, R., San Martín, H., Ara, M., Carcelén, F., y Huamán, A. (2015). Determinación del periodo óptimo de descanso de la pastura asociada *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense* y *Medicago sativa*, pastoreada por cuyes en la sierra Central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(3), 404-411.
- Marchán, K. (2019). *Efecto del uso de los manano-oligosacáridos en la dieta de cuyes (Cavia porcellus) en la fase de crecimiento-engorde sobre el comportamiento productivo y rentabilidad económica*. [Tesis de pregrado, Universidad Privado Antenor Orrego]. Repositorio Institucional UPAO. <http://200.62.226.186/handle/20.500.12759/4611>
- Marden, J., Julien, C., Monteils, V., Auclair, E., Moncoulon, R. and Bayourthe, C. (2008). How does live yeast differ from sodium bicarbonate to stabilize ruminal pH in high-yielding dairy cows? *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3528-3535. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0889>
- Markowiak, P., y Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*, 10(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0>
- Mateu, E., y Martin, M. (2001). Why is anti-microbial resistance a veterinary problem as well?. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 48(8), 569-581. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2001.00475.x>
- Matsuura, S., Morales, C., Calle, E., y Ara, G. (2010). Susceptibilidad a antibacterianos in vitro de Salmonella enterica aislada de cuyes de crianza familiar-comercial en la provincia de Carhuaz, Áncash. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21(1), 93-99.

- Mejía W. (2003). *Epidemiología de la Salmonelosis porcina en granjas de Cataluña y determinación de los factores de riesgo de la infección*. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma de Barcelona, España]. Repositorio Institucional UAB. <https://www.tdx.cat/handle/10803/5596>
- Mendez, S. (2006). *Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda*. [Tesis de pregrado, Universidad La Salle, Perú]. Repositorio Institucional. ULS. https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/157/
- Mesías, L., y Orbes, A. (2016). *Evaluación in vivo de Lactobacillus plantarum ATCC® 8014 y Lactobacillus casei ATCC® 334 con características probióticas en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) en fase de levante como alternativa al uso de antibióticos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nariño, Colombia]. Repositorio Institucional UN. <https://sired.udenar.edu.co/4320/>
- Molina, M. (2008). *Efecto probiótico de Lactobacillus acidophilus y Bacillus subtilis en cuyes (Cavia porcellus) de engorde*. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército. Ecuador]. Repositorio Institucional EPE. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2558/1/T-ESPE-IASA%20I-003777.pdf>
- Moposita, L. (2016). *Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea Inti, Andina y Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23318>
- Morales, M. (2017). *Patógenos bacterianos y parasitarios más frecuentes en cuyes de crianza familiar-comercial en tres distritos de la Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash en época de seca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional

- Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM.
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/6875>
- Morales, M., Carcelén, C., Ara, G., Arbaiza, F., y Chauca, F. (2011). Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 22(3), 177-182.
- Mustafa, A, Chavarr, E, Mantilla, J, Mantilla, J y Paredes, M (2019). Efectos de la alimentación de semillas de lino sobre el rendimiento, el rasgo de la canal y la composición de ácidos grasos de la carne de cobayas (*Cavia procellus*) en condiciones del norte del Perú. *Salud y producción de animales tropicales*, 51 (8), 2611-2617.
- National Research Council. (1995). Nutrient requirements of the guinea pig. In *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. (Fourth Revised Edition, 1995). National Academies Press (US).
- Neumann, P., Ken Tan, S., Li, J., Hepburn, R. y Yang, J. (2007). Bee-hawking by the wasp, *Vespa velutina*, on the honeybees *Apis cerana* and *A. mellifera*. *Naturwissenschaften*, 94, 469 - 472. <https://doi.org/10.1007/s00114-006-0210-2>
- Phillips, I., Casewell, M., Cox, T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., y Waddell, J. (2004). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 53(1), 28-52. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg483>
- Portocarrero, J., y Hidalgo, V. (2015). Evaluación de una premezcla orgánica comercial en dietas de crecimiento engorde para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre parámetros productivos. *In Anales Científicos*, 76(2), 219-224.
- Pot, B., y Tsakalidou, E. (2009). *Taxonomy and metabolism of Lactobacillus*. *Lactobacillus molecular biology: From genomics to probiotics*.

- Quintana, E. (2009). *Suplementación de dietas a base de alfalfa verde con harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes en crecimiento en el Valle del Mantaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/750>
- Ramirez I. (1972). *Estudio bacteriológico y epidemiológico de un brote infeccioso en cobayos (Cavia porcellus)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Ramirez, R., Santisteban, O., Pérez, Y., Valera, Y., y Medina, Y. (2005). Evaluación del efecto probiótico del *Lactobacillus* spp. origen aviar en pollitas de inicio reemplazo de la ponedora comercial en los primeros 42 días de edad. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(9), 1-8.
- Ritchie, M. L., y Romanuk, T. N. (2012). A meta-analysis of probiotic efficacy for gastrointestinal diseases. *PloS one*, 7(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034938>
- Rodriguez Basengere Balthazar, A., Felix, M., Mugumaarhahama, Y., Mutwedu, V., Baenyi, P., y Manjeli, Y. (2019). Phenotypic variability and typology of cavy (*Cavia porcellus*) production in the Democratic Republic of Congo (DRC). *Genetics and biodiversity journal (GABJ)*, 3(1), 11-23.
- Rodríguez, M. (2002). *Bacterias productoras de ácido láctico: Efectos sobre el crecimiento y la flora intestinal de pollos, gazapos y lechones*. [Tesis de posgrado, Universidad Complutense de Madrid, España]. Repositorio Institucional UCM. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/3194/>
- Ruiz J, Suarez M, Uribe C. (2006). Susceptibilidad antimicrobiana in vitro de cepas de *Salmonella* spp. en granjas de ponedoras comerciales del departamento de Antioquía. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 19, 297-305

- Sánchez-Macías, D., Barba-Maggi, L., Morales-de la Nuez, A., y Palmay-Paredes, J. (2018). Guinea pig for meat production: A systematic review of factors affecting the production, carcass and meat quality. *Meat science*, 143, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.004>
- Sánchez-Silva, M., Carcelén, F., Ara, M., Gonzáles, R., Quevedo, W., & Jiménez, R. (2014). Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(3), 381-389.
- Sanders, M., y Klaenhammer, T. (2001). Invited review: the scientific basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM functionality as a probiotic. *Journal of dairy science*, 84(2), 319-331. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74481-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74481-5)
- Santillán, E., Méndez, M., y Vélez, J. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 8(1).
- Santos, V. (2007). Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Arch. Latinoamérica de Producción Animal*, 15(1), 216-217.
- Servin, A. (2004). Antagonistic activities of lactobacilli and bifidobacteria against microbial pathogens. *FEMS microbiology reviews*, 28(4), 405-440. <https://doi.org/10.1016/j.femsre.2004.01.003>
- Siracusa, G., Ardiles, A., y Pulido, S. (2012). Gerencia universitaria postmoderna en el paradigma de la responsabilidad social. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(58).
- Spotorno, A., Valladares., Marín, J., y Zeballos, H. (2004). Molecular diversity among domestic guinea-pigs (*Cavia porcellus*) and their close phylogenetic relationship with the Andean wild species *Cavia tschudii*. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(2), 243-250.

- Suarez, C. y Guevara, C. (2018) *Probiotic Use of Yeast Saccharomyces Cerevisiae in Animal Feed*. Res J Zool.
- Sun, Z., Wang, T., Demelash, N., Zheng, S., Zhao, W., Chen, X., y Qin, G. (2020). Effect of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on Broilers: A Preliminary Study on the Effective Components of Yeast Culture. *Animals*, 10(1), 68. <https://doi.org/10.3390/ani10010068>
- Tenelema, M. (2016). *Influencia del manejo de la alimentación y del sexo sobre la calidad de la canal del Cavia porcellus*. [Tesis de pregrado, Universidad Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional USPCH. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/5510>
- Tenorio, A. (2007). *Evaluación de programas de alimentación integral sobre el comportamiento productivo de cuyes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
- Torres, M. (2013). *Evaluación de dos sistemas de alimentación en cuyes en la fase de reproducción basados en forraje más balanceado y balanceado más agua*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1018>
- Torres, C., Carcelén, F., Ara, M., San Martín, H., Jiménez, R., Quevedo, W., & Rodríguez, J. (2013). Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 24(4), pp. 433-440.
- Valdizán C. (2018). *Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta del cuy (Cavia porcellus) sobre parámetros productivos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8074>

- Vidalón, J. (2014). *Evaluación hematológica de dos líneas de selección de cuyes (cárnicos y precoces) criados en la estación IVITA El Mantaro*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3967>
- Villamil, L. (2010). Un mundo, una salud: retos y perspectivas en la lucha contra las enfermedades. *Infectio*, 14(1), 3-5.
- Waghorn, G., y Hegarty, R. (2011). Lowering ruminant methane emissions through improved feed conversion efficiency. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 291-301. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.019>
- Xicohtencatl, S., Samuel, B., Orozco, T., Mar, T., y Roberto, M. (2013). Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) del nacimiento al sacrificio en Nayarit, México. *Abanico veterinario*, 3(1), 36-43.
- Zihler, A., Chassard, C., Lacroix, C., Gagnon, M. (2011). Protective effect of probiotics on Salmonella infectivity assessed with combined in vitro gut fermentation-cellular models. *BMC microbiology*, 11(1), 264. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-11-264>