

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**COMPORTAMIENTO BIOECONÓMICO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ALIMENTACIÓN INTEGRAL EN  
CUYES MACHOS (*Cavia porcellus* L.) EN FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO**

**Tesis**

**para optar el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**PRESENTADO POR:**

**LORENA CORALI CASABONA INUMA**

**Tingo María - Perú**

**2025**



"Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra Independencia y, de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"







## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

A las 08:45 p.m. del 04 de junio de 2024 los Miembros del Jurado que suscriben, se reunieron para calificar la Tesis titulada "**COMPORTAMIENTO BIOECONÓMICO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE MICROORGANISMOS EN DIFERENTES NIVELES EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES MACHOS (*Cavia porcellus* L.) EN FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO**", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **LORENA CORALI CASABONA INUMA**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "**BUENO**".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para el otorgamiento del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 05 de junio de 2024

 <b>Dr. RIZAL ALCIDES ROBLES HUAYNATE</b> Presidente	 <b>Ph. D. MEDARDO ANTONIO DÍAZ CÉSPEDES</b> Miembro
 <b>Ing. M. Sc. EBER CARDENAS RIVERA</b> Miembro	  <b>Ing. WALTER ALBERTO PAREDES ORELLANA</b> Asesor
 <b>Ing. M. Sc. HUGO SAAVEDRA RODRÍGUEZ</b> Asesor	

Copia : Archivo

RARHI/MADC/ECR/WAPO/HSR/slap



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 012 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

**CERTIFICA QUE:**

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

**Programa de Estudio:**

Zootecnia

**Tipo de documento:**

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
COMPORTAMIENTO BIOECONÓMICO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ALIMENTACIÓN INTEGRAL EN CUYES MACHOS ( <i>Cavia porcellus L.</i> ) EN FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO	LORENA CORALI CASABONA INUMA	13 % Trece	Menor a 20 %

Tingo María, 14 de enero de 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO  

 ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES  
 JEFE

C.C. Archivo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**



**COMPORTAMIENTO BIOECONÓMICO DE LA SUPLEMENTACION DE  
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ALIMENTACIÓN INTEGRAL EN  
CUYES MACHOS (*Cavia porcellus* L.) EN FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO**

<b>Autor</b>	: Lorena Corali Casabona Inuma
<b>Asesor (es)</b>	: Ing. Walter Alberto Paredes Orellana. Ing. M. Sc. Hugo Saavedra Rodríguez.
<b>Programa de investigación</b>	: Producción Animal Sostenible
<b>Línea de investigación</b>	: Valoración Nutricional
<b>Eje temático</b>	: Nutrición Animal
<b>Lugar de ejecución</b>	: Centro de Producción e Investigación Granja Zootecnia - UNAS
<b>Duración</b>	: 2 meses
<b>Financiamiento</b>	: Propio.

**Tingo María – Perú**

**2025**

## DEDICATORIA

A Dios por concederme la vida

A mí padre el señor Toribio Casabona Garay y a mi madre la señora Anita Inuma Malpartida, por haberme dado la vida y todo el amor, brindándome su apoyo incondicional y de la misma forma impartíendome los valores para conducirme por el camino correcto.

A mis hermanas, Guisell Marissa Casabona Inuma y Estefanie Catherine Casabona Inuma, que siempre estuvieron en las buenas y las malas brindándome el apoyo moral e incondicional durante la etapa de estudiante.

A mí querido tío Linder Inuma Malpartida, que Dios lo tenga en su gloria, así como también a todos mis tíos, que estuvieron presentes en mi formación profesional, brindándome su apoyo en todo momento.

A mis dos queridas sobrinas, Megan Danée López Casabona y Hellen Ainara Trigos Casabona, que con sus nacimientos llenaron de alegría mi hogar.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi familia, por darme la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo el tiempo.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por haberme forjado como profesional.
- A todos mis docentes de la Facultad de Zootecnia, en especial al Ing. Wagner Severo Villacorta López quien me brindo su apoyo incondicional y contribuyeron en mi formación académica.
- Al Ingeniero Walter Alberto Paredes Orellana y al Ing. M.Sc Hugo Saavedra Rodríguez, asesores del presente trabajo de investigación, por su motivación, durante el trabajo de la redacción de la presente investigación.
- A Alejandro Ezequiel Huaman Castro por su apoyo, la confianza, el impulso y las energías que me brindo para seguir adelante desde el inicio hasta el final de la tesis.
- A la Señora Haydee Castro, Yasmin Huaman y sus hijos Aleph y Shantal por siempre motivarme y darme el cariño para seguir adelante durante mi formación académica.
- A mis jurados, Dr. Rizal Robles Huaynate, Ph. D. Medardo Antonio Díaz Céspedes, Ing. M. S.c. Eber Cárdenas Rivera por las correcciones, recomendaciones y atenciones prestadas a lo largo de este proceso.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos .....	2
2.1. Antecedentes del uso de microorganismos eficientes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales en cuyes.....	3
2.1.3. Antecedentes nacionales .....	5
2.2. Bases teóricas .....	7
2.2.1. Utilidad de los microorganismos eficientes.....	7
2.2.2. Contenidos en los microorganismos eficientes.....	7
2.2.3. Microorganismos eficientes en la alimentación animal.....	10
2.2.4. Microorganismos eficientes en el agua de bebida .....	10
2.3. Generalidades del cuy .....	11
2.3.1. Alimentación en cuyes.....	11
2.3.2. Necesidades nutricionales del cuy .....	11
2.3.3. Periodo de engorde de cobayo .....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1. Lugar y fecha de ejecución .....	14
3.2. Tipo de investigación.....	14
3.3. Instalaciones, equipos y materiales.....	14
3.4. Animales experimentales.....	14
3.5. Insumo en evaluación .....	15
3.5.1. Activación de los microorganismos eficientes .....	15
3.6. Alimento y alimentación.....	16
3.7. Tratamientos .....	18

3.8. Sanidad .....	18
3.9. Diseño y análisis estadístico .....	18
3.10. Variables .....	19
3.10.1. Variable independiente .....	19
3.10.2. Variables dependientes .....	19
3.12. Metodología.....	20
3.12.1. Alimento consumido.....	20
3.12.2. Ganancia diaria de peso .....	20
3.12.3. Conversión alimenticia .....	20
3.12.4. Determinación del beneficio económico .....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
4.1. Índices Zootécnicos del cobayo en las etapas de crecimiento y acabado.....	22
4.2. Nivel óptimo de la incorporación de microorganismos eficientes en la ración de cuyes, en la etapa de crecimiento y acabado. ....	26
4.3. Respuesta económica a la incorporación de ME en las raciones de cuyes.....	26
V. CONCLUSIONES .....	28
VI. PROPUESTAS A FUTURO .....	29
VII. REFERENCIAS.....	30
Anexos .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Consumo diario de alimento, ganancia de peso por día y alimento convertido, con suplementación de microorganismos eficientes en cobayos en la fase de crecimiento. ....	22
2. Alimento consumido diario, ganancia de peso por día, conversión alimenticia total con suplementación de microorganismos eficientes en las raciones. ....	24
3. Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase de crecimiento. ....	34
4. Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase de acabado. ....	34
5. Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase total. ....	34
6. Análisis de la varianza del consumo diario de alimento por animal fase de crecimiento. ....	34
7. Análisis de la varianza del consumo diario de alimento por animal fase de acabado. ....	34
8. Análisis de la varianza de la conversión alimenticia en la fase de crecimiento (g). ....	35
9. Análisis de la varianza de la conversión alimenticia en la fase de acabado (g). ....	35
10. Análisis de la varianza del peso inicial - fase de crecimiento. ....	35
11. Análisis de la varianza del peso final - fase de crecimiento. ....	35
12. Análisis de la varianza del incremento o ganancia de peso - fase de crecimiento. ....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Proceso de preparación de microorganismos eficientes para la investigación. .....	16
2. Desinfección de jaulas de cuyes para la investigación realizada. ....	37
3. Jaula desinfectada de cuyes para la recepción de los animales. ....	37
4. Inicio de la parte experimental con los animales. ....	38
5. Mezclado del alimento balanceado con los ME para servirles a los cuyes. ....	38
6. Distribución del alimento balanceado con los diferentes tratamientos a los animales. ....	39
7. Distribución de los diferentes tratamientos a los animales en evaluación. ....	39

## RESUMEN

El estudio tiene como finalidad determinar el comportamiento bioeconómico de la suplementación de microorganismos eficientes (ME) en la alimentación integral en cuyes machos (*Cavia porcellus* L.) en fases de crecimiento y acabado, desarrollándose en la unidad de animales menores del Laboratorio de Sistemas de Producción Ganadera - Granja Zootecnia – Tulumayo – Aucayacu de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, el estudio realizado fue de tipo experimental. Los cuyes empleados en la investigación fueron de la línea "Perú" fueron distribuidos en cinco (5) tratamientos y cuatro (4) repeticiones. La unidad experimental fue de tres (3) cuyes. En total fueron 60 cobayos machos de 30 días de edad, con un peso promedio de  $260,88 \pm 8,34$  g. La evaluación se dividió en dos fases: crecimiento y acabado. los cuyes fueron alimentados con alimento integral, al cual se incorporaron (ME) en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%, según los distintos tratamientos. El T3 (15% de ME) presentó el mejor rendimiento bioeconómico y los mejores desempeños productivos con un CDA de 31,33; 42,68 y 39,84 g/día/cuy; GDP de 10,04; 11,73 y 10,94 g/día/cuy y CA de 3,13; 3,64 y 3,64 en las fases de crecimiento, acabado y total, En términos de beneficio económico, el T3, obtuvo el mayor beneficio neto con S/ 8,63 y un mérito económico del 51,68%, la cantidad óptima de suplementación de ME en la ración en función a la GDP de los cobayos fue de 9,47% ( $r^2 = 0,3582$ ) para las fases de crecimiento y acabado.

**Palabras clave:** microorganismos eficientes, cuyes machos línea Perú, comportamiento bioeconómico.

## **Bioeconomic Behavior from Supplementing Efficient Microorganisms in the Integral Feed of Male Guinea Pigs (*Cavia porcellus* L.) During the Growth and Finishing Phases**

### **Abstract**

The goal of the study was to determine the bioeconomic behavior from supplementing efficient microorganisms (EM; ME in Spanish) in the integral feed of male guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) during the growth and finishing phases; [it was] carried out in the school of zootechnics' small animal unit of the livestock production systems laboratory on the zootechnics farm at the Universidad Nacional Agraria de la Selva in Tulumayo, Aucayacu, [Peru]; the study that was done was of an experimental type. The guinea pigs that were used in the research were of the Peru breed [and] were distributed into five treatments with four repetitions. The experimental unit was three guinea pigs. There were sixty male guinea pigs used at thirty days of age with an average weight of  $260,88 \pm 8,34$  g. The evaluation was divided into two phases: growth and finishing. The guinea pigs were fed with integral feed, to which EMs were incorporated at proportions of 5%, 10%, 15%, and 20%, according to the distinct treatments. T3 (15% EM) presented the greatest bioeconomic yield and the greatest productive performances with a CDA (acronym in Spanish) of 31,33; 42,68 and 39,84 g/day/guinea pig; a GDP (acronym in Spanish) of 10,04; 11,73 and 10,94 g/day/guinea pig; and a CA (acronym in Spanish) of 3,13; 3,64 and 3,64 during the growth, finishing and total phases. In terms of the economic benefit, the greatest net benefit was obtained with T3 at S/. 8,63 and an economic merit of 51,68%; the optimal quantity of EM supplements in the ration, as a function of the GDP in the guinea pigs, was 9,47% ( $r^2 = 0,3582$ ) for the growth and finishing phases.

**Keywords:** efficient microorganisms, Peru breed of male guinea pigs, bioeconomic behavior

## I. INTRODUCCIÓN

El cuy, un roedor mamífero presente en Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú, principalmente en la región andina de Sudamérica, ha sido domesticado y juega un papel fundamental en la nutrición de las comunidades rurales gracias a su corto ciclo reproductivo. Su carne, con un contenido proteico que varía entre el 20,0 y el 20,3%, según el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, contribuye al aumento gradual del consumo per cápita, proporcionando al mismo tiempo ingresos para el sustento familiar, especialmente en áreas rurales (INIA, 2020).

Aunque la cría de cuyes ha mejorado en granjas familiares y pequeñas empresas en la provincia de Leoncio Prado, persisten desafíos como la escasa ganancia de peso y problemas de salud, así como la elección del alimento adecuado para satisfacer las necesidades nutricionales de los cuyes con resultados financieros positivos. Ante estas circunstancias, surgió la idea de emplear microorganismos eficientes (ME) después de que investigaciones revelaran sus beneficios en cobayas y otras especies.

Se reconoce que las dietas para cobayos incorporan microorganismos y/o enzimas que refuerzan el sistema inmune, además, los ME (microorganismos eficientes) favorecen la absorción de nutrientes en la microflora del intestino, mejorando la eficiencia alimentaria y favoreciendo el aumento de peso al sintetizar sustancias bioactivas como aminoácidos, enzimas y vitaminas. Esto resulta en un fortalecimiento general de la salud mediante una mejor nutrición, acelerando así el crecimiento y la producción Higa et al. (2009); Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón, EEAITAJ, (2013).

Considerando que los ME pueden mejorar la eficiencia en la absorción de la dieta alimenticia y, por ende, los índices productivos en cuyes machos durante las fases de crecimiento y acabado, surge la interrogante ¿Cuál será el comportamiento bioeconómico en la crianza de cuyes machos (*Cavia porcellus* L.) en fases de crecimiento y acabado al ser suplementados con diferentes niveles de microorganismos eficientes en su alimento integral? La hipótesis planteada es que la suplementación con diferentes niveles de microorganismos eficientes en el alimento integral de cuyes machos en las fases de crecimiento y acabado mejorará su desempeño bioeconómico al favorecer la absorción de nutrientes en la microflora del intestino, mejorar la eficiencia alimentaria y favorecer el aumento de peso.

### **1.1. Objetivo general**

Determinar el comportamiento bioeconómico de la suplementación de microorganismos eficientes en la alimentación integral en cuyes machos (*Cavia porcellus* L.) en fases de crecimiento y acabado.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, y conversión alimenticia de *C. porcellus*, en fases de crecimiento y acabado al suplementar microorganismos eficientes en la ración integral.
- Determinar el beneficio neto y mérito económico de *C. porcellus*, en las fases de crecimiento y acabado suplementado de microorganismos eficientes en la ración integral.
- Determinar el nivel óptimo de la suplementación de diferentes niveles de microorganismos eficientes en el alimento integral en *C. porcellus*, en la fase de crecimiento y acabado.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes del uso de microorganismos eficientes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales en cuyes

Cuencas et al. (2023) comunicaron los resultados de un estudio llevado a cabo en Azuay, Ecuador, en el que se evaluaron diversos parámetros relacionados con la producción, hematología y bioquímica nutricional en *Cavia porcellus*. El estudio incluyó la suplementación de forraje verde hidropónico y microorganismos eficientes en cuyes. En el ensayo, se utilizaron 42 cuyes mejorados de 21 días de edad, con un peso de  $350 \pm 50$  g, distribuidos en dos grupos de tratamiento, T0 (Alfalfa + concentrado) y T1 (Forraje hidropónico de avena forrajera mejorada con ME + concentrado), con tres repeticiones cada uno (7 unidades experimentales por repetición). La adición de forraje verde hidropónico (FVH) de avena a la dieta de los cuyes demostró una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el aumento de peso y la eficiencia de alimento convertido durante la fase inicial de cría. En este período, los animales experimentaron un incremento de peso de 84,43 g por cuy y lograron convertir alimento en 3,65.

Núñez et al. (2016) llevaron a cabo una investigación en Tungurahua, Ecuador, con el objetivo de evaluar los efectos de tres porcentajes diferentes de contenido ruminal (5%, 10% y 15%) en la dieta concentrada sobre el engorde de cuyes y determinar los costos de producción asociados con cada tratamiento. Los resultados obtenidos al suministrar una dieta con un 15% de contenido ruminal de bovinos, equilibrada, mostraron aumentos en los pesos corporales a los 15 días (763,40 g), 30 días (935,22 g), 45 días (1095,27 g) y 60 días (1255,34 g). También se observó un incremento en la ganancia de peso a los 15 días (309,00 g), 30 días (480,00 g), 45 días (633,60 g) y 60 días (795,33 g). Se registró un alimento convertido de 10,00 a los 15 días, 12,87 a los 30 días, 17,25 a los 45 días y 19,42 a los 60 días.

Tapie (2013) examinó el impacto de los microorganismos eficientes (ME) (*Saccharomyces sp.* y *Lactobacillus sp.*) en 64 cobayas sexadas de un mes de edad. Se aplicó un DCA con 04 diferentes tratamientos: T1 (1,25% ME); T2 (2,5% ME); T3 (5% ME) y T4 (control). Los animales que recibieron una dieta compuesta por pastos y concentrado en los ttos con ME se mezclaron con la alimentación balanceada y se les proporcionó agua. Los resultados obtenidos a los 60 días, no mostraron diferencias significativas estadísticamente. El T2, con un 2,5% de ME, exhibió el mejor peso final (1171,6 g/cuy), mientras que el T1 tuvo el mayor alimento consumido (4850,8 g/cuy) y el T2 mostró la mejor conversión alimenticia (6,3). El

análisis de Tukey identificó dos niveles significativos: el primer nivel reportó un peso promedio final de 1191,56 g por cuy macho, mientras que el segundo nivel incluyó a las hembras con un peso de 1073,75 g por cuy. En cuanto al alimento consumido, el nivel primer para los machos fue de 4848,48 g y el nivel segundo para las hembras fue de 4702,18 g por cuy. La conversión alimenticia fue de 6,73 para los machos y 7,73 para las hembras. En términos de análisis económico, el tratamiento T2, que contenía un 2,5% de ME, reportó un mérito económico del 23,8%.

En un estudio experimental realizado en Cotopaxi, Guayaquil, Ecuador, Molina (2012) utilizó microorganismos eficientes autóctonos (MEA's) en la alimentación de *Cavia porcellus*. Se probaron diferenciando dosis de MEA's (1 cc/l, 1,5 cc/l, 2 cc/l) con periodos de aplicación en el alimento cada 5, 10 y 15 días, desde el destete hasta la etapa de adulto. La dosis más efectiva para lograr pesos óptimos resultó ser de 2 cc/l cada 10 días. Esta dosis condujo a un aumento tanto en el peso como en la longitud de los cuyes, contribuyendo a un mejor rendimiento de la canal y mejorando la productividad en general.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales en otras especies monogástricas**

Despaigne et al. (2018) realizaron un estudio que exploró el impacto de los microorganismos eficientes (ME) como suplemento en gallinas ponedoras de la raza White Leghorn L33, centrándose en los indicadores de producción y la calidad de los huevos. Los resultados revelaron disparidades significativas entre los tratamientos en cuanto al peso corporal y la producción de huevos en las aves, con una ventaja para el tratamiento que incorporó el ME en el agua. Se observaron patrones similares en el peso de la yema, clara, y el huevo, lo que condujo a un ahorro en los costos, Sahan et al. (2020) investigaron los efectos de la suplementación de microorganismos eficientes (ME) en el agua para gallinas ponedoras sometidas a temperaturas altas. Concluyendo que esta intervención resultó en una merma en la ingesta de ración y una mejora en el alimento convertido. Aunque no se observaron cambios en los parámetros sanguíneos, se detectaron algunas alteraciones en ciertos aspectos de la calidad del huevo. Por lo tanto, sugieren la necesidad de investigaciones adicionales para determinar el impacto de los ME en la forma de comportarse del animal y en rubros de costos relacionados con la complementación, a pesar de la mejora en la calidad alimentaria.

Valdés et al. (2020) evaluaron el impacto de 3 concentraciones de Microorganismos Eficientes Autóctonos en Guantánamo (MEAG) en Cuba, abordando indicadores hematológicos y productivos en cerdos. Descubrieron que el peso final de los

animales a los que se les ofertó el nivel más alto (2,0 ml/kg de PV/día) fue mayor en comparación con el grupo testigo, y no hubo diferencias significativas entre los otros niveles. Aunque el aumento de peso, la ganancia diaria media y el alimento convertido mostraron disparidades entre la dosis más elevada y los demás tratamientos, los valores hematológicos permanecieron dentro del rango normal. En términos de morbilidad, se observaron diferencias entre los animales del grupo de control y los tratados, pero no hubo disparidades significativas entre estos últimos. En otro estudio, Álvarez y Valdés (2018) compararon los índices zootécnicos en lechones de 75 días suplementados con MEAG, encontrando que las diversas concentraciones impactaron favorablemente en aumento de peso, peso final, ganancia diaria media y conversión de alimento en comparación con el grupo testigo.

Ballesteros (2008) realizó una evaluación en la empresa Cunicola del municipio de Simijaca, Colombia, empleando ME en la ración de conejos machos de la línea Nueva Zelanda, con un aproximado de 30 días de edad. La ración consistió en un 95% de concentrado, con la adición del 5% de ración fermentado con ME y acceso libre a kikuyo. Además, se proporcionaron 600 g de ración al día, y se aplicó ME mediante aspersión al 1% en el pasto y en el agua (1 cm de ME/lt. agua). Los resultados más eficientes en términos de aumento de peso se evidenciaron con la ración fermentado con ME, que tuvo un tiempo de evaluación de 44 días en la fase de finalización, logrando una ganancia diaria de 34,39 g/conejo. Se concluye que la utilización de ME en el fermentado de la ración responde con un mayor incremento de peso y ganancia diaria.

Pillco (2013) planteó un estudio en Quevedo, Ecuador, utilizando pollos de carne, con aplicación de ME en el agua como probiótico, aplicando cuatro tratamientos: T1: 0,5 ml ME/lt de agua; T2: 1,0 ml ME/lt de agua; T3: 1,5 ml ME/lt de agua y T4: testigo. Las respuestas presentaron diferenciación estadística en peso ganado y conversión de alimento entre tratamientos. El T1 reportó los mejores resultados, con un peso ganado de 64,5 g y una conversión de alimento de 1,55, seguido por T3 (61,4 g; 1,65) y T2 (60,5 g; 1,66). El grupo de control (T4) registró valores más bajos, con un peso ganado de 55,5 g y un alimento convertido de 1,81. En cuanto al alimento consumido, el T3 (1,5 ml ME/lt de agua) demostró ser superior, con un promedio de 100,8 gr/día/ave, mientras que T1 y T2 presentaron consumos de 99,3 g/día/ave y 100,3 g/día/ave, respectivamente.

### **2.1.3. Antecedentes nacionales**

Zevallos (2022) investigó la influencia biológica y económica de la adición de ME

al agua en las etapas de crecimiento y finalización en Tingo María, Leoncio Prado. La investigación incluyó 60 cuyes "Perú" con edades entre 30 y 90 días, distribuidos en las etapas de crecimiento (30 a 70 días) y acabado (71 a 90 días). Estos fueron asignados a 05 tratamientos: T0 (control), T1 (50 ml de ME), T2 (100 ml de ME), T3 (150 ml de ME) y T4 (200 ml de ME), con tres cobayos por tratamiento y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos fueron estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ) en ambas fases. En la etapa de crecimiento, el T3 destacó con una mayor eficiencia en la ganancia diaria de peso con 10,74 g/día/cuy y una conversión de alimento (CA) de 4,63. En la etapa de acabado, el T4 mostró la mayor ganancia de peso con 10,60 g/día/cuy, mientras que el T1 presentó mayor eficiencia en conversión con 5,99. Además, el T4 logró el mejor peso final con 928,57 g/cuy y un rendimiento de carcasa del 76,04%. Sin embargo, el T1 reportó el mejor beneficio y mérito económico, con S/ 4,17 y 35,17%, respectivamente.

Escalante (2018) realizó una evaluación en Ayacucho, Perú, para analizar la consecuencia del cuy ante la aplicación de microorganismos eficientes (ME) en su ración, considerando índices zootécnicos como consumo, conversión alimenticia, peso vivo, y porcentaje de carcasa, además de evaluar costos alimenticios. Se utilizaron 45 cobayos destetados machos con una edad de 20 días, de la raza Perú, y se implementó un diseño estadístico en bloques completamente al azar con 15 unidades experimentales. El estudio abarcó cinco Ttos con 3 repeticiones cada uno: T1 (control), T2, T3, T4 y T5, a quienes les incluyo 0, 25, 50, 75 y 100 ml de la solución de ME/kg. De ración alimenticia, durante un periodo de 70 días. A pesar de no observarse diferencias estadísticas en las variables evaluadas, la adición de 25 ml/kg de la solución de ME reveló una mejora en índices como peso ganado, alcanzando 800,78 g/cuy, el alimento convertido con 4,2 y el rendimiento de carcasa con un 75%. El tratamiento T5, que recibió 100 ml de la solución de ME/kg., mostró mayor eficiencia en el costo de producción, llegando a los S/ 5,31 soles.

Limaymanta (2015) realizó una investigación denominada "Impacto de los microorganismos eficientes en la alimentación de cuyes destetados en la Granja Agropecuaria Yauris, UNCP, Huancayo". La evaluación se extendió por un lapso de nueve semanas, durante el cual los cuyes fueron asignados a cuatro tratamientos distintos que incorporaron microorganismos eficientes. en proporciones de 0,5% (T1), 1,5% (T2) y 3% (T3), y T0 como control. Los resultados revelaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en la ganancia de peso entre los tratamientos T1 (569,7 g/cuy), T2 (522,6 g/cuy), T3 (512,4 g/cuy) y T0 (476,5 g/cuy). Con respecto al alimento consumido, no se observaron diferencias estadísticas, con

resultados similares entre los tratamientos: T0 (3505,0 g/cuy), T1 (3740,5 g/cuy), T2 (3649,5 g/cuy) y T3 (3621,0 g/cuy), respectivamente. En el alimento convertido, el tratamiento T1 demostró ser el más eficiente, con un valor de 6,59. En términos de retribución económica, se obtuvo la mejor rentabilidad en el tratamiento T1, con S/ 6,50 soles.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Utilidad de los microorganismos eficientes**

Existen productos biológicos que mejoran la eficiencia en el aprovechamiento de las dietas alimenticias al incorporar enzimas y/o microorganismos. Estos elementos favorecen tanto el fortalecimiento del sistema inmunológico como la asimilación de las dietas consumidas. Actuando de manera conjunta, Aportan de manera significativa a mejorar la utilización de los alimentos. En particular, los microorganismos eficientes (ME) desempeñan un papel esencial en la absorción de sustancias nutritivas procedentes de la microbiota del intestino., así como en el alimento convertido y el aumento de peso. Según el mismo autor, estas aplicaciones de los ME abarcan diversos ámbitos, como la agricultura, el crecimiento de las plantas, la prevención de enfermedades en la ganadería, la gestión de galpones avícolas y diversas funciones domésticas, como el control de moscas y la eliminación de malos olores, entre otras. Es importante destacar que los ME no se clasifican como productos químicos sintéticos ni medicamentos, sino más bien como una de las aplicaciones naturales más interesantes descubiertas (Higa et al., 2009).

Según la Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón (EEAITAJ, 2013), se indica que los microorganismos eficientes (ME) actúan como antioxidantes y probióticos con diversas aplicaciones, gracias a la acción sinérgica de sus componentes microbianos. Estos microorganismos colaboran para producir sustancias beneficiosas, tales como antioxidantes, aminoácidos, vitaminas, enzimas y ácidos orgánicos. Las funciones esenciales de los microorganismos eficientes incluyen la competencia activa con microorganismos patógenos por la materia orgánica como fuente de alimentación, así como la producción directa de compuestos que regulan las poblaciones de microorganismos nocivos. Además, participan en la generación de compuestos beneficiosos mediante una descomposición parcial en condiciones anaeróbicas.

### **2.2.2. Contenidos en los microorganismos eficientes**

Según EEAITAJ (2013), resalta que los microorganismos eficientes son

responsables de la generación de compuestos bioactivos, y que son una combinación de microorganismos completamente naturales que se encuentran habitualmente en suelos y alimentos. Este conjunto incluye cepas como *Lactobacillus*, similares a las utilizadas en la producción de yogur y quesos; levaduras, similares a las utilizadas en la producción de pan, cerveza y vinos; y bacterias fotosintéticas o fototrófica, que comúnmente se encuentran en raíces de plantas en el suelo. Es esencial subrayar que estos microorganismos no presentan riesgos, ya que han experimentado cambios génicos, y tampoco son tóxicos; al contrario, son organismos naturales, extremadamente eficaces y beneficiosos.

Ramírez (2006) explica que la bacteria fototrófica o fotosintética, específicamente la *Rhodospseudomonas palustris*, posee la capacidad de generar compuestos beneficiosos a partir de las secreciones. Utiliza la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía para realizar este proceso. Los productos resultantes abarcan aminoácidos, ácidos nucleicos, compuestos bioactivos y azúcares, contribuyendo de esta manera al desarrollo y crecimiento de las plantas. Estos metabolitos son directamente absorbidos por las plantas y sirven como sustrato para incrementar la población de otros ME.

Según EEAITAJ (2013), Las bacterias fototróficas son consideradas bacterias autótrofas que pueden prosperar en presencia o ausencia de oxígeno. Tienen la capacidad de utilizar la luz, compuestos inorgánicos y orgánicos como fuentes de energía. Cumplen diversas funciones, como la síntesis de azúcares a partir de cadenas simples que actúan como alimento para otros microorganismos, incluyendo bacterias ácido lácticas y levaduras. Además, producen sustancias bioactivas como ácido indolacético (AIA), aminoácidos (metionina, leucina y lisina), y ácido giberélico (AG), así como ácidos nucleicos y enzimas como amilasas, hidrolasas y proteasas. Estas bacterias también son capaces de producir antioxidantes como ubiquinonas, flavonoides, y vitaminas D y E, y poseen la habilidad de degradar compuestos inorgánicos y orgánicos.

EEAITAJ (2013) Indica que las bacterias ácido lácticas (BAL) son bacterias anaerobias que, además de generar sustancias bioactivas, demuestran una marcada actividad antagonista contra microorganismos patógenos. Estas bacterias desempeñan diversas funciones, como la inhibición y control de *Staphylococcus aureus*, *Ralstonia* sp., *Fusarium* y nematodos mediante la producción de ácido láctico y sustancias antimicrobianas tipo bactericinas. Su capacidad de soportar condiciones ácidas les posibilita disminuir el pH del sustrato e inhibir a competidores, al mismo tiempo que estimulan la descomposición de la

lignina y la celulosa, acelerando el proceso de degradación de la materia orgánica.

Bueno et al. (2007) afirman que las BAL Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos derivados de bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico, con notables propiedades esterilizadoras, inhibe microorganismos patógenos y favorece la descomposición de componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, durante el proceso de transformación, sin ocasionar efectos adversos. Souza et al. (2015) resaltan la flexibilidad de las bacterias ácido lácticas (BAL), las cuales son utilizadas en la fermentación de alimentos como leche, carne, vegetales, yogur, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, bebidas y cervezas. Asimismo, estas bacterias exhiben resistencia a niveles extremos de pH, lo que les permite sobrevivir en ambientes donde otras bacterias no podrían prosperar

Según Meena y Meena (2017), las levaduras del género *Saccharomyces*, como *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*, complementan las BAL Al generar compuestos antimicrobianos a partir de azúcares y aminoácidos segregados por bacterias fotosintéticas. Producen enzimas y hormonas beneficiosas para las bacterias ácido lácticas (BAL), y su proceso metabólico de fermentación produce etanol, con propiedades antifúngicas en concentraciones elevadas. Las levaduras tienen la opción de usar variadas fuentes de carbono y energía, que incluyen sacarosa, maltosa, galactosa, glucosa, fructosa, suero hidrolizado, y alcohol.

En la clasificación de hongos fermentadores, se destaca la presencia de especies como *Penicillium* sp, *Trichoderma* sp *Aspergillus oryzae*,. y *Mucor hiemalis* Wehmer. *A. oryzae*, un fungico filamentoso y aeróbico, ha sido tradicionalmente utilizado en la fermentación de soja y arroz en la cocina asiática, mostrando actividad celulolítica y capacidad para degradar lignina y celulosa en entornos tropicales. Su rápida adaptación al estrés hídrico y a ambientes ácidos, junto con la secreción de enzimas extracelulares, lo convierten en un eficiente degradador de materia orgánica (El Gendy et al., 2017).

Las especies que forman parte del género *Trichoderma* sp. son hongos saprófitos capaces de sobrevivir en suelos con distintos niveles de materia orgánica, donde tienen la habilidad de descomponerla. En determinadas circunstancias, estos hongos pueden mostrar un comportamiento anaerobio facultativo. lo que les confiere una mayor flexibilidad ecológica. Su presencia se extiende por todas las latitudes, y esta adaptabilidad está estrechamente vinculada a su alta actividad enzimática, que les permite degradar diversos sustratos. Asimismo, pueden

utilizar distintos métodos de control biológico, como la competencia por nutrientes y espacio, la antibiosis, la inducción de resistencia y el mico parasitismo, (Horwath, 2017).

### **2.2.3. Microorganismos eficientes en la alimentación animal**

EEAITAJ (2013) afirma que la introducción de ME en las raciones para animales se realiza con el objetivo de aprovechar sus características pro bióticas. Estas cualidades engloban la capacidad para disminuir la presencia de patógenos en el tracto intestinal mediante mecanismos como la competencia exclusiva, la producción de ácido láctico y bacteriocitas. Además, los ME poseen la habilidad de estimular el sistema inmunológico del intestino, equilibrar la micro flora natural de los animales y generar sustancias beneficiosas como vitaminas del complejo B, aminos y antioxidantes. La síntesis de aminoácidos como lisina metionina y leucina por parte de los ME también contribuye a mejorar la calidad nutricional de la dieta.

Las enzimas producidas por los microorganismos eficientes, como celulasas, hemicelulasas, pectinasas y amilasas, desempeñan una función esencial al reducir el contenido de fibra mediante la descomposición de las paredes celulares, mejorando así la capacidad de digestión del alimento. Es crucial destacar que los microorganismos eficientes también impactan positivamente al disminuir la emisión de metano en los rumiantes. Esta combinación de factores, que implica una mayor facilidad en la digestión del alimento, resulta en un aumento de la eficiencia de conversión y en el rendimiento general de los animales.

### **2.2.4. Microorganismos eficientes en el agua de bebida**

Con propósitos similares es posible incorporar microorganismos eficientes (ME) tanto en la alimentación como en el suministro de agua de los animales. a. Al ingerir ME, los animales permiten la colonización de estos microorganismos en su sistema digestivo, siendo posteriormente excretados en las heces, lo que conlleva a la reducción de malos olores y la presencia de moscas. b. Además, se logra obtener una consistencia más firme en el estiércol, generando condiciones menos propicias para el desarrollo de las moscas. c. Los ME descomponen el estiércol a través de la fermentación en lugar de la putrefacción, creando un entorno menos favorable para la proliferación de moscas (EEAITAJ, 2013).

## **2.3. Generalidades del cuy**

### **2.3.1. Alimentación en cuyes**

En cualquier empresa ganadera, la alimentación y la nutrición desempeñan un papel fundamental que requiere la comprensión y la utilización adecuada de los insumos utilizados para raciones en cuyes. Esto posibilita la formulación de raciones equilibradas que cumplen con los requerimientos de crecimiento, mantenimiento y producción, según lo destacado por Benson (2008). Además, Vergara (2013) sugiere una dieta mixta que combine concentrado y forraje verde, teniendo en cuenta que los cuyes consumen hasta el 30% de su peso vivo. Sin embargo, subraya la importancia de utilizar insumos de alta calidad y a precios accesibles en la preparación de los alimentos.

Chauca (2015) explica que los cuyes practican la cecotofía, una actividad digestiva que les favorece emplear nutrientes provenientes de la fermentación cecal de partículas fibrosas. Este proceso resulta en la producción de dos tipos de heces: unas ricas en nitrógeno, conocidas como cecótrofos, que son reutilizadas, y otras heces duras que son eliminadas. Este comportamiento es esencial en la digestión de los cuyes, ya que ingieren las heces, las pasan al estómago y comienzan un segundo ciclo de digestión, típicamente realizado durante la noche. Las heces ingeridas actúan como un significativo suplemento alimenticio.

En la cría de cuyes en forma doméstica o familiares, se logra un aumento de peso de 3,20 g/animal/día, alcanzando tamaño comercializable a las 20 semanas de cría, el manejo familiar con enfoque comercial sugiere actividades tecnificadas, lo que resulta en una mayor ganancia de peso, alcanzando los 5,06 g/animal/día en animales mejorados medianamente, como las líneas Perú e Inti, que pueden llegar al peso comercial a las 9 semanas de cría. En el manejo comercial orientado al mercado de cuyes mejorados, se adquiere un peso mejorado, llegando hasta 10 g/animal/día, según lo indicado por Portal Agrario (2006).

### **2.3.2. Necesidades nutricionales del cuy**

Vergara (2013) señala las necesidades nutricionales para el período de 29 a 63 días de edad, que comprenden: 18% de proteína cruda, 2,800 kcal/kg de energía digestible, 0,4% de fósforo, 8% de fibra, 0,22% de sodio, 0,8% de calcio, 0,59% de treonina, 0,36% de metionina y 1,17% de arginina. Durante la etapa de engorde, que abarca de los 65 a los 85 días de vida, las necesidades son: 2,700 kcal/kg de energía digestible, 10% de fibra, 0,8% de calcio, 0,4% de fósforo, 0,78% de sodio, 0,34% de metionina, 1,10% de arginina y 0,56% de treonina.

En el caso de la cría comercial, especialmente con cuyes de raza, se sugiere considerar una alimentación combinada, con forraje verde suplementado con alimento balanceado debidamente formulado.

El cobayo, que es un animal herbívoro monogástrico, experimenta dos tipos de digestión: la microbial, que se lleva a cabo en el ciego y la enzimática, que tiene lugar en el estómago e intestino delgado. La prevalencia de uno u otro tipo de digestión depende de la composición de la dieta, otorgándole diversificación a los sistemas de alimentación. La combinación de alimentos, ya sea limitando el concentrado o el forraje, hace que el cuy sea una especie con una dieta adaptable. De hecho, el animal puede ser exclusivamente herbívoro o aceptar una dieta suplementada, donde se aprovechan compuestos equilibrados, según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2020).

### **2.3.3. Periodo de engorde de cobayo**

Chauca (2015) destaca que, aunque el agua no constituye un nutriente per se, cumple funciones esenciales en el organismo del cuy, representando entre el 60% y el 70% de su composición corporal. Cumple una función de regulación de la temperatura corporal, facilita el transporte de nutrientes, contribuye al proceso digestivo, participa en la producción de leche, favorece reacciones químicas, forma parte de los líquidos corporales y contribuye a la eliminación de desechos, como la orina. En ambientes de cría de cuyes donde se suministra agua, se ha observado un incremento en la cantidad de crías nacidas, una reducción en la mortalidad durante la lactancia, un aumento en el peso al nacer de las crías, un mayor peso de las madres al dar a luz, así como mejoras en la eficiencia reproductiva y en la conversión alimentaria. Chauca indica que las necesidades hídricas en cuyes están influenciadas por diversas variables ambientales y fisiológicas que influyen en el organismo.

En otra perspectiva, Serrahima (2006) señala que el agua beneficia la actividad digestiva al mejorar la absorción de nutrientes y resulta esencial para las actividades enzimáticas. En la cría de cuyes, la cantidad de agua administrada está relacionada con el tipo de alimento proporcionado, si se proporciona alimento limitado a 30 g/animal/día, se necesitan 85 cc de agua, con una demanda diaria de 105 ml por cada kilogramo de peso vivo. Cada cobayo requiere 0,1 litros de agua diariamente, y la escasez de agua en la fase podría desencadenar conflictos entre sí. De igual manera, cada cuy requiere 0,08 lt de agua durante la fase de crecimiento y 0,03 lt en la fase de lactación. La provisión de agua debe realizarse por la mañana, por la tarde o en un horario intermedio durante el suministro de forraje.

En tiempos pasados, los cuyes no solían recibir agua como parte de su dieta, ya que se alimentaban principalmente de forraje y/o pastos succulentos, satisfaciendo así sus demandas hídricas. En muchos casos, se les suministraban cantidades que excedían sus necesidades, las cuales variaban según las realidades ambientales y otros factores a los que el animal se adaptaba. Según el INIA (2020), la necesidad de agua para los cobayos es de 10 ml / 100 g de peso vivo, representando el 10% de su peso total, lo que indica la relación agua – alimento según el ambiente

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar y fecha de ejecución**

La investigación se desarrolló en la unidad de animales pequeños ubicada en el Centro de Producción e Investigación Granja de Zootecnia (CPIGZ), perteneciente a la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Desde una perspectiva geográfica, se localiza a una latitud sur de 09° 17' 58" y longitud oeste de 76° 01' 07", con una altitud de 665 metros sobre el nivel del mar. La humedad relativa promedio es del 80%, la temperatura promedio alcanza los 23,9 °C, y la precipitación pluvial media es de 3,300 mm<sup>3</sup>. Este sitio se caracteriza como un bosque premontano trópico húmedo y cálido, según la descripción de Rodríguez (2010). El estudio se realizó a lo largo de un lapso de dos meses, específicamente entre agosto y septiembre del año 2021.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El estudio realizado fue de tipo experimental.

#### **3.3. Instalaciones, equipos y materiales**

La evaluación se desarrolló en el cobertizo destinado a cuyes situado en la Granja Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Las características del cobertizo incluyen un techo de calamina a dos aguas con claraboya, suelo de concreto, zócalo de material noble de 60 cm, paredes con mallas galvanizadas y mantadas de polietileno para regular la ventilación.

Dentro del cobertizo se instalaron dos estructuras de dos niveles construidas con madera y malla metálica, con dimensiones de 3,60 de largo x 1,40 alto x 0,80 m, de ancho, respectivamente. Cada estructura alberga nueve jaulas en cada nivel, con dimensiones de 0,40 de largo, 0,80 ancho y 0,40 m, de altura respectivamente. En cada compartimiento de las jaulas se ubicaron tres cuyes junto con sus respectivos comederos y bebederos. Se utilizaron registros para llevar un control preciso del consumo de concentrado y los pesos correspondientes de los animales evaluados.

#### **3.4. Animales experimentales**

Los cuyes empleados en la investigación eran de la línea "Perú". Se asignaron a cinco tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones y tres cuyes como unidad experimental. A lo largo del estudio, se les proporcionaron condiciones de manejo uniformes. La muestra

consistió en 60 cobayos machos de 30 días de edad, con un peso promedio de  $260,88 \pm 8,34$  g. La evaluación del experimento se dividió en dos fases: crecimiento, que comprendió desde los 30 hasta los 60 días y acabado de 61 hasta 90 días de edad.

### 3.5. Insumo en evaluación

Se aplicó como insumo base un producto comercial que contiene microorganismos eficientes (EM-1) en forma inactiva. El recipiente adquirido tenía una capacidad de un litro de EM-1 y fue suministrado por la empresa BIOEM S.A.C., especializada en la producción, desarrollo y transferencia de tecnología EM para mejorar la productividad en agricultura, ganadería y acuicultura.

#### 3.5.1. Activación de los microorganismos eficientes

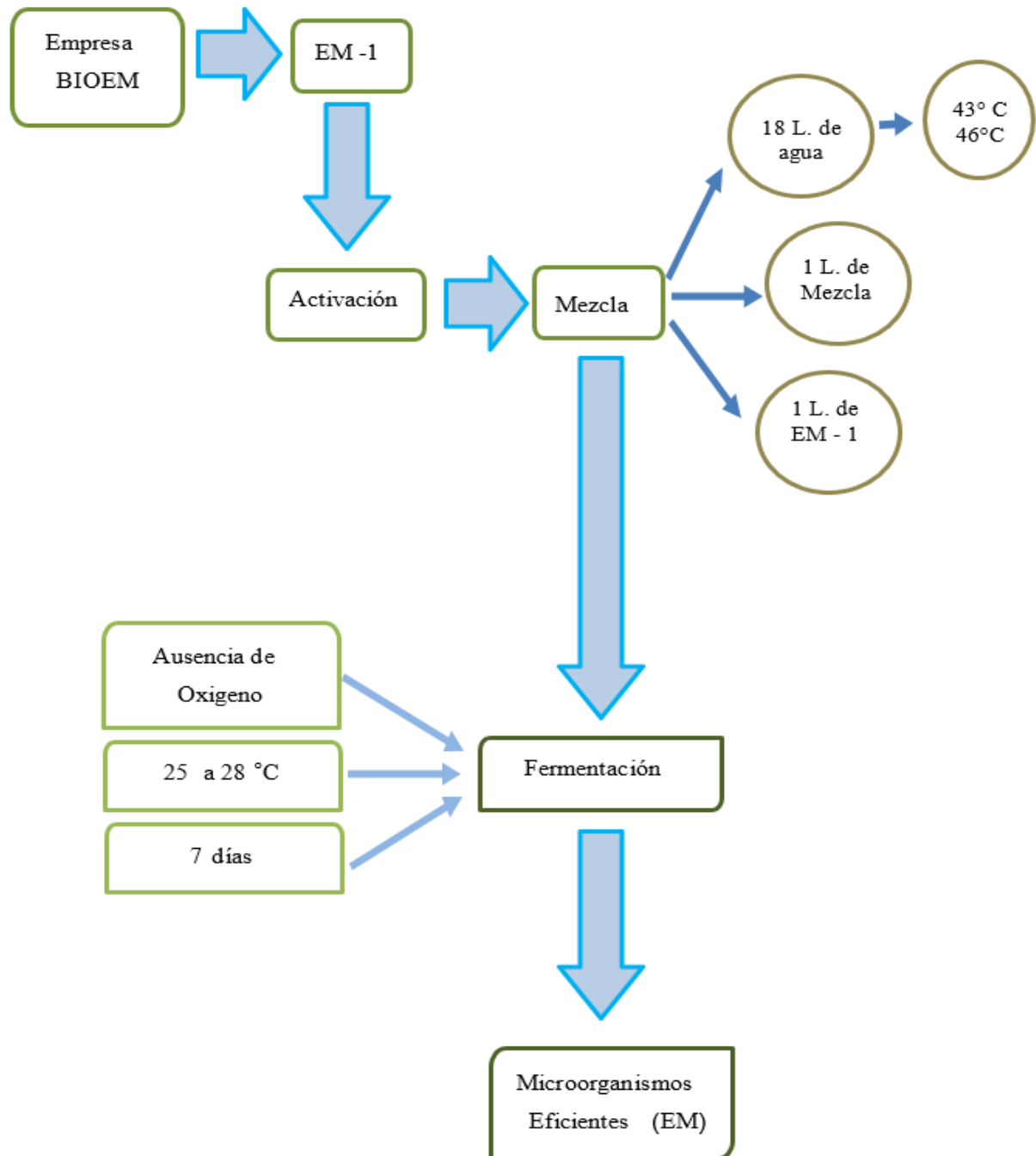
La solución EM-1 se compone de microorganismos en estado de latencia que necesitan ser activados para multiplicar su población y mejorar el rendimiento de la solución madre (EM-1). Para activar el EM-1, se siguieron las instrucciones del fabricante, las cuales incluyen mezclar un litro de melaza, un litro de EM-1 y 18 litros de agua. Esta mezcla se colocó en un recipiente hermético de 20 litros (nuestro fermentador), con espacio para los gases generados durante la fermentación.

El proceso se inició agregando agua caliente ( $43^{\circ}\text{C}$  o  $46^{\circ}\text{C}$ ) hasta la parte media del fermento. Luego, se incorporó la melaza y los microorganismos eficientes, agitando la solución hasta que se disolvieran por completo. Posteriormente, se añadió agua al fermentador hasta alcanzar un litro de solución y, finalmente, se selló el fermentador para permitir el desarrollo óptimo de los microorganismos durante un período de siete días. (Figura 1).

**Tabla 1.** Componentes de los microorganismos eficientes (ME).

Bacterias ácido-lácticas	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2 x 10 <sup>4</sup> ufc/g
	<i>Lactobacillus casei</i>	
Bacterias fototróficas	<i>Rhodopseudomonas</i>	2 x 10 <sup>3</sup> ufc/g
	<i>Palustris</i>	
Levaduras	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2 x 10 <sup>3</sup> ufc/g

Fuente: RAUL HIGA (2009). Representante de BIOEM Córdoba–Argentina.



**Figura 1.** Proceso de preparación de microorganismos eficientes para la investigación.

### 3.6. Alimento y alimentación

Los cuyes fueron alimentados con alimento integral, al cual se incorporaron microorganismos eficientes en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%, según los distintos tratamientos. Todos los porcentajes se ajustaron para mantener un nivel de humedad constante, que correspondió al del último tratamiento (20%), con el propósito de garantizar uniformidad en todos los casos. A lo largo de todo el periodo, se administró una dieta de 30 g/cuy/día durante los 30 días de la etapa de crecimiento, conforme a las recomendaciones del INIA (1989).

Durante la fase de acabado, que también fue por 30 días según Limaymanta (2015), se suministraron 50 g/cuy/día de alimento integral. Además, se ofreció agua de bebida en las unidades experimentales asignadas a cada tratamiento. Posteriormente, se introdujeron los microorganismos eficientes ME-1, activados según las indicaciones específicas de cada tratamiento. La formulación del alimento se llevó a cabo utilizando el programa de formulación al mínimo costo (MIXIT 2), y la producción de las raciones procesadas en la planta de alimentos de la UNAS-FZ. (Tabla 2).

**Tabla 2.** Dieta en la etapa de crecimiento y acabado para los cuyes en evaluación.

Insumos	Crecimiento	Acabado
Maíz	48,37	32,7
Afrecho de trigo	19,82	40
Torta de soya 45%	22,61	16,78
Harina de alfalfa	5	5,85
Carbonato de calcio	1,27	1,44
Fosfato di cálcico	1,2	1,3
Aceite	1	1
Sal	0,4	0,4
Lisina	0	0,21
Premix cuy	0,1	0,1
Secuestrante	0,05	0,05
Metionina	0,15	0,15
Valina	0,01	0,01
Vit. C	0,01	0,01
Treonina	0,01	0,01
Total	100	100
Costo/kg	2,14	2,17
<b>Composición nutricional<sup>1</sup></b>		
Nutrientes	Unidad	Unidad
Proteína bruta %	18,01	17
Energía digestible, kcal/kg	3000	2800
Fibra bruta %	10	10
Fosforo total %	0,5	0,45
Sodio %	0,22	0,22
Lisina %	0,83	0,83
Metionina %	0,5	0,43
Materia seca	88%	88%

Composición nutricional<sup>1</sup> Vergara (2013).

### 3.7. Tratamientos

Los tratamientos en estudio son:

T<sub>0</sub>: Ración sin adición de ME en el alimento.

T<sub>1</sub>: Ración con 5% de ME mezclados en el alimento.

T<sub>2</sub>: Ración con 10% de ME mezclados en el alimento.

T<sub>3</sub>: Ración con 15% de ME mezclados en el alimento.

T<sub>4</sub>: Ración con 20% de ME mezclados en el alimento.

### 3.8. Sanidad

De acuerdo con el programa de salud establecido, se ejecutó la limpieza y esterilización de las jaulas y demás áreas del cobertizo. En este proceso, se utilizó jabón industrial para eliminar los residuos adheridos al suelo. Al día siguiente, se llevó a cabo la fumigación de las instalaciones utilizando el desinfectante comercial Vanodine. Luego, se aplicó cal viva en todas las áreas con el objetivo de eliminar posibles patógenos presentes en el entorno y en el suelo del cobertizo designado para los cuyes. Después de finalizar el procedimiento de desinfección, se permitió un período de reposo del cobertizo durante 15 días. Una vez transcurrido este lapso, se procedió a trasladar a los animales al cobertizo para llevar a cabo la investigación.

### 3.9. Diseño y análisis estadístico

Los cuyes pertenecientes a la línea "Perú" fueron asignados utilizando un DCA, (Diseño Completamente al Azar), con un total de cinco (5) tratamientos y cuatro (4) repeticiones. La unidad experimental consistió en tres (3) cuyes. Para identificar el nivel óptimo, se empleó una prueba de regresión lineal, y adicionalmente se realizó una prueba de medias, la cual fue contrastada mediante Tukey. Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS (SAS, 1998).

El modelo aditivo para la variable respuesta estuvo representado por la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = a + bx + cx^2$$

Donde:

$Y_{ij}$  = estimación de la i-ésima respuesta en función del nivel óptimo de microorganismos eficientes.

$a$  = intercepto (intercepto de la línea de regresión  $n$  con el eje  $Y$ ).

$b$  = coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión).

$c^2$  = coeficiente de regresión cuadrática (siendo siempre distinto a cero).

$x_i$  = la  $i$ -ésima respuesta del nivel óptimo de inclusión de microorganismos eficientes.

### 3.10. Variables

#### 3.10.1. Variable independiente

- Microorganismos eficientes activados que fueron añadidos en las raciones de las etapas de crecimiento y acabado

#### 3.10.2. Variables dependientes

- Consumo diario de alimento (g) (CDA) en crecimiento y acabado
- Ganancia de peso diario (g) (GDP) en las etapas de crecimiento y acabado
- Conversión alimenticia (g/g) (CA) en crecimiento y acabado
- Merito económico (%) (ME) en las etapas de crecimiento y acabado
- Beneficio neto (S/) (BN) en crecimiento y acabado

### 3.11. Croquis de la distribución de los tratamientos experimentales

T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>
T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>4</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>4</sub>
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>0</sub> R <sub>3</sub>
T <sub>0</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>
Tratamiento : T <sub>0</sub> , T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub>			Repeticiones: R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>3</sub> , R <sub>4</sub>	

### 3.12. Metodología

#### 3.12.1. Alimento consumido

El total de alimento consumido fue calculado pesando el concentrado proporcionado, restando la cantidad de alimento residual que quedó sin consumir del concentrado.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido/día} - \text{Alimento residual/día}$$

#### 3.12.2. Ganancia diaria de peso

Cada individuo fue sometido a pesaje individual al iniciar el estudio, antes de la oferta del alimento, y posteriormente se registraron sus pesos de manera semanal, empleando una balanza gramera Valtox, modelo BRD09, con una capacidad de 5 kg, para llevar a cabo el seguimiento del peso. La ganancia total de peso se determinó como la disparidad entre el peso finalizado y el peso al inicio durante la observación de las etapas de crecimiento y acabado.

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

#### 3.12.3. Conversión alimenticia

Se hace referencia a la relación entre la cantidad de alimento consumido y el incremento de peso semanal (peso vivo).

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Incremento de peso}}$$

#### 3.12.4. Determinación del beneficio económico

La valoración del rendimiento económico se realizó mediante el cálculo del beneficio neto por cada individuo y por kilogramo de peso, teniendo en cuenta los costos de producción. Estos costos englobaron tanto los variables, como el gasto en alimentación, como los fijos, que comprendieron la compra del cuy, el costo de la mano de obra y los medicamentos.

El beneficio neto se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\text{BN}_j = \text{PY}_j - (\text{CF}_j + \text{CV}_j)$$

Donde:

BN<sub>j</sub> = Beneficio neto del cuy para cada tratamiento (S/)

J = Tratamiento

- P = Precio por kg de cuy (S/)
- Y j = Peso final por cada tratamiento (S/. /Kg)
- CV j = Costo variable por cuy para cada tratamiento (S/)
- CF j = Costo fijo de cuy para cada tratamiento (S/)

Para el análisis de mérito económico, se empleará la siguiente ecuación:

$$ME = (BN/CT) \times 100$$

Donde:

- ME = Rentabilidad económica en porcentaje
- BN = Utilidad neta por tratamiento
- CT = Costeo total por tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Índices Zootécnicos del cobayo en las etapas de crecimiento y acabado

En relación al consumo diario de alimento (CDA) en cobayos durante la primera etapa en evaluación, no se evidenciaron diferencias significativas estadísticas ( $p>0,05$ ). Se observaron variaciones numéricas mínimas entre los tratamientos, siendo notable que el T3 presentó un consumo de alimento superior en comparación con el T2, registrando valores de 31,32 g y 29,95 g, respectivamente. Adicionalmente, se alcanzó una eficiencia en la conversión alimenticia superior en el T3.

**Tabla 1.** Consumo diario de alimento, ganancia de peso por día y alimento convertido, con suplementación de microorganismos eficientes en cobayos en la fase de crecimiento.

Tratamientos	Peso Inicial	Peso Final	Fase de crecimiento (30 a 60 días)		
			CDA (g)	GDP (g)	CA
T <sub>0</sub> : sin ME	264,75	405,75	30,36	9,41	3,23
T <sub>1</sub> : (5% ME)	258,00	394,25	30,87	9,07	3,42
T <sub>2</sub> : (10% ME)	255,75	406,25	29,95	10,03	3
T <sub>3</sub> : (15 % ME)	259,50	410,25	31,32	10,04	3,13
T <sub>4</sub> : (20% ME)	265,75	410,25	30,76	9,62	3,2
p-valor	-	-	0,387	0,165	0,09
C.V. %	-	-	3,21	6,3	6,17
Regresión	-	-	NS	NS	NS
p-valor	-	-	0,937	0,3705	0,4561
R <sup>2</sup>	-	-	0,03	0,14	0,08

CDA= Consumo diario de alimento, GDP= Ganancia diario de peso, CA= Conversión alimenticia.

Los resultados obtenidos en las diferentes variables respuesta (CDA, GDP y CA) evaluadas en la fase de crecimiento en cuyes en la presente investigación no se evidencia diferencias significativas ( $p>0,05$ ) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ME sobre el alimento balanceado. Cuencas et al. (2023) encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en cuanto al aumento de peso y la conversión alimenticia cuando aplico por aspersion una solución de microorganismos eficientes sobre el forraje verde hidropónico. Sin embargo, la conversión de alimento de nuestro estudio resulto superior al resultado de CA (12,87) obtenido por Núñez et al. (2016), diferente a la CA (4,63) reportado por Zevallos (2022) y similar al GDP (10,74 g/día/cuy) presentado por este mismo autor al evaluar cuyes en la fase de crecimiento.

Estos resultados pueden explicarse porque cuando se aplican productos biológicos (enzimas y/o microorganismos) a las dietas facilitan la digestión y utilización de los nutrientes, refuerzan el sistema inmune mejorando la absorción de nutrientes, la eficiencia alimentaria y el aumento de peso (Higa et al., 2009) debido a que los ME poseen la habilidad de estimular el sistema inmunológico del intestino, equilibrar la microflora natural de los animales y generar sustancias beneficiosas como vitaminas del complejo B, antioxidantes y aminos (EEAITAJ, 2013).

**Tabla 4.** Consumo diario de alimento, ganancia por día de peso y alimento convertido, con suplementación de microorganismos eficientes en cuyes en la fase de acabado

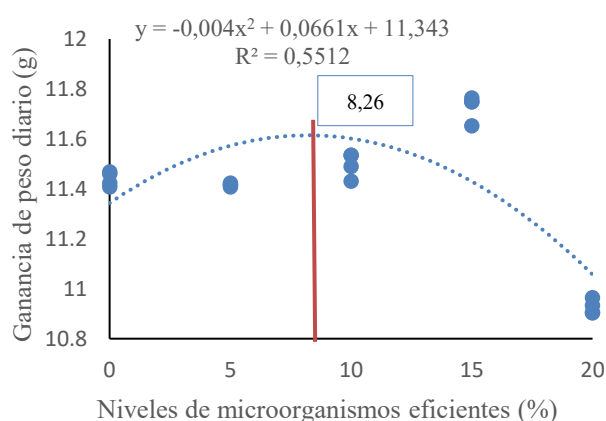
Tratamientos	Peso Inicial	Peso Final	Etapa de acabado (61 a 90 días)		
			CDA (g)	GDP (g)	CA
T <sub>0</sub> : sin ME	405,75	920,75	42,47 b	11,44 c	3,71 b
T <sub>1</sub> : (5% ME)	394,25	907,75	42,54 ab	11,41 c	3,73 b
T <sub>2</sub> : (10% ME)	406,25	923,50	42,47 b	11,50 b	3,68 c
T <sub>3</sub> : (15 % ME)	410,25	937,75	42,68 a	11,73 a	3,64 d
T <sub>4</sub> : (20% ME)	410,25	902,25	42,48 b	10,93 d	3,89 a
p-valor	-	-	0,03	< 0,0001	<0,0001
C.V. %	-	-	0,3	0,32	0,36
Regresión	-	-	NS	C	C
p-valor	-	-	0,9201	0,0011	0,0004
R <sup>2</sup>	-	-	0,02	0,55	0,62

Valores medios con letras diferentes en una columna indican que presentan diferencias estadísticas según prueba de Tukey. T<sub>0</sub>: testigo, T<sub>1</sub>: 5 ml de M.E/20 ml.; T<sub>2</sub>: 10 ml de ME/20 ml, T<sub>3</sub>: 15 ml de ME/20ml, T<sub>4</sub>: 20 ml de ME mezclados en el alimento balanceado.

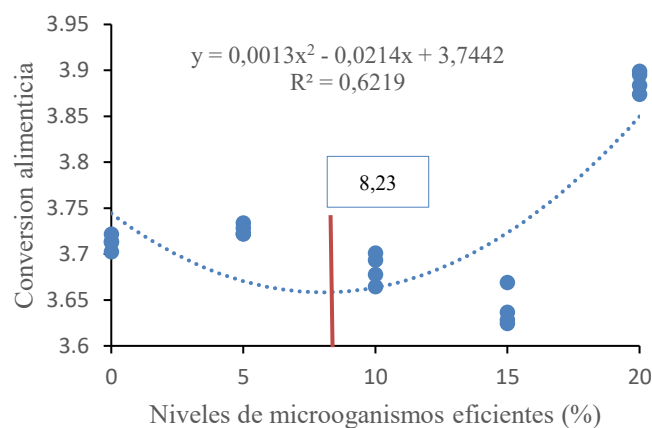
Los resultados obtenidos en cuanto al CDA, GDP y CA evaluadas en la fase de acabado de los cuyes en la presente investigación se evidencia diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de ME sobre el alimento balanceado. El T<sub>3</sub> demostró mayor CDA (42,68 g/día/cuy), GDP (11,73 g/día/cuy) y CA (3,64) en relación a los demás tratamientos. Los resultados del T<sub>3</sub> (15% ME) fueron superiores a los obtenidos por Cuenca et al. (2023); Zevallos (2022) y Escalante (2018). El CDA fue ligeramente menor en comparación con el informe de Limaymanta (2015). Estos hallazgos concuerdan con los informes de Chauca (2015), quien concluyó que resultados óptimos se pueden lograr cuando los animales reciben una dieta equilibrada, sugiriendo que la adición del 15% de ME en la dieta

del T3 podría haber optimizado la utilización de los microorganismos, contribuyendo así a la digestión en la microflora intestinal, la conversión de alimento y el peso ganado (EEAITAJ, 2013; Higa et al., 2009).

En la Figura 2 y 3, se expresa la relación cuadrática entre la GDP ( $P < 0,0011$ ), CA ( $P < 0,0004$ ) y los niveles de microorganismos eficientes.



**Figura 2.** Tendencia cuadrática entre los niveles de microorganismos eficientes y ganancia diaria de peso



**Figura 3.** Tendencia cuadrática entre los niveles de microorganismos eficientes y la C.A.

**Tabla 2.** Alimento consumido diario, ganancia de peso por día, conversión alimenticia total con suplementación de microorganismos eficientes en las raciones

Tratamiento	Peso Inicial	Peso Final	CDA-T(g)	GDP-T (g)	C.A. Total
T <sub>0</sub> : sin ME	264,75	920,75	39,44 ab	10,58 bc	3,73 b
T <sub>1</sub> : (5% ME)	258,00	907,75	39,62 ab	10,48 c	3,78 b
T <sub>2</sub> : (10% ME)	255,75	923,50	39,25 b	10,77 ab	3,65 c
T <sub>3</sub> : (15 % ME)	259,50	937,75	39,84 a	10,94 a	3,64 c
T <sub>4</sub> : (20% ME)	265,75	902,25	39,55 ab	10,26 d	3,86 a
p < valor	-	-	0,05	<0,0001	< 0,0001
C.V. %	-	-	0,63	1,22	1,29
Regresión	-	-	NS	C	C
p-valor	-	-	0,9792	0,0074	0,0064
R <sup>2</sup>	-	-	0,04	0,36	0,38

Valores medios con letras diferentes en una columna indican que presentan diferencias estadísticas según prueba de Tukey. T<sub>0</sub>: testigo, T<sub>1</sub>: 5 ml de ME/20ml.; T<sub>2</sub>: 10 ml de ME/20 ml; T<sub>3</sub>: 15 ml de ME/20 ml, T<sub>4</sub>: 20 ml de ME/20 ml, mezclados en el alimento balanceado.

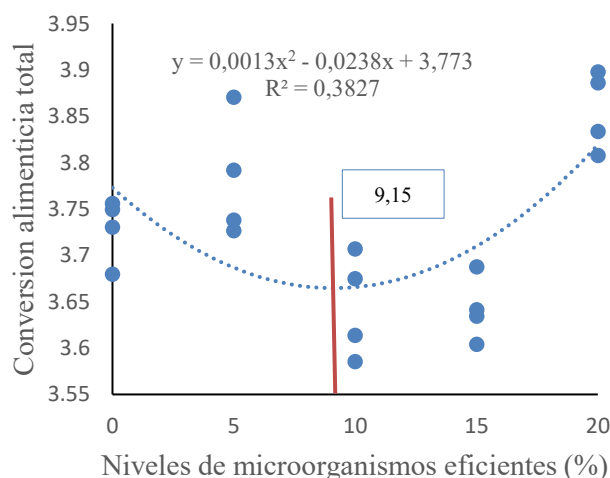
En la fase total, según la Tabla 5, se reportaron diferencias estadísticamente ( $p > 0,05$ ) en los parámetros evaluados, destacando el T2 (10 %ME) y T3 (15%ME). El T3 mostró un CDA (39,84 g/día), pero similar GDP y CA con el T2, pero diferenciándose

estadísticamente de los otros tratamientos (T0, T1 y T4), respectivamente.

Los resultados totales de CDA, GDP y CA (Tabla 5) muestran promedios que superan a las referidas por el Portal Agrario (2006) y están dentro de los parámetros promedios sugeridos por Chauca (2015). En términos de CA este estudio logró cifras que oscilan entre 3,64 (T3) a 3,86 (T4), que son inferiores con el estudio de Zevallos (2022) que registró una CA de 4,63 y al de Escalante (2018), que obtuvo un CA de 4,2. Además, supera significativamente a la CA de 6,0 presentado por Limaymanta (2015), quien utilizó porcentajes más bajos de adición de ME en su estudio.

La respuesta obtenida al final de la evaluación en la cría de cuyes indica claramente que la adición de ME, en la alimentación de esta especie doméstica es el resultado de las funciones fundamentales de esta variedad de microorganismos. Esto se destaca en (EEAITAJ, 2013), donde se indica que los ME actúan como antioxidantes y probióticos con diversos usos, generando sustancias beneficiosas de manera sinérgica. Además, realizan exclusión competitiva de microorganismos patógenos al disputar por la materia orgánica que actúa como alimento y generar compuestos que regulan directamente las poblaciones de microorganismos dañinos. También producen compuestos beneficiosos, como aminoácidos, vitaminas, enzimas, y antioxidantes mediante una degradación parcial anaeróbica. Estas ventajas comparativas están respaldadas por estudios de Feijoo (2016), Ramírez (2006) y Bueno et al. (2007)

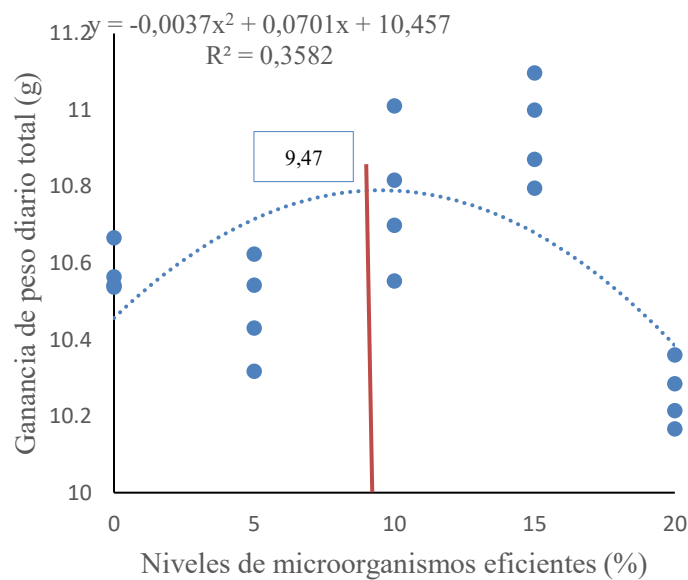
En la Figura 4, se expresa la relación entre la variable independiente (niveles de microorganismos eficientes) con la variable dependiente (conversión alimenticia total).



**Figura 4.** Tendencia cuadrática entre los niveles de microorganismos eficientes y la C.A.T.

#### 4.2. Nivel óptimo de la incorporación de microorganismos eficientes en la ración de cuyes, en la etapa de crecimiento y acabado

La Figura 5. Muestra el nivel óptimo de microorganismos eficientes como resultado de la adición en la dieta completa de cuyes, según los diversos tratamientos evaluados. En el gráfico, se puede apreciar que, al comparar los valores predichos con los valores reales de los tratamientos analizados, el punto de inflexión se ubica en 9,47. Esto indica que el nivel óptimo de suplementación de microorganismos eficientes en la dieta completa para cuyes durante las fases de crecimiento y acabado es de 9,47%.



**Figura 5.** Ganancia de pesos de los cuyes machos de acuerdo a los diferentes niveles de suplementación de microorganismos eficientes en la ración integral.

El ( $R^2$ ) de 0,3582 significa que aproximadamente el 35,82% de la variabilidad en la variable dependiente puede ser explicada por la variable independiente incluida en el modelo de regresión, con lo cual se atribuye que el 35,82% de la variación en la respuesta puede ser atribuida a las variables en estudio, mientras que el restante 64,18% se debe a otras fuentes que no han sido relacionados en el análisis de regresión, posiblemente podría ser el tipo de clima y piso ecológico u otros factores que diferencian los rendimientos.

#### 4.3. Respuesta económica a la incorporación de ME en las raciones de cuyes

Desde una perspectiva económica en la investigación, se analizaron los costos fijos y variables asociados a la producción de los cuyes en estudio. Podemos inferir que el T3 (15% de ME) logra el mayor beneficio económico y rendimiento financiero, con S/ 8,63 y un

aumento del 51,68%. Le sigue el T2 (10% de ME), mientras que el T0 (control), T1 (5% de ME) y T4 (20% de ME) registran ingresos económicos mínimos.

Los gastos vinculados a la obtención de insumos se encuentran detallados en la Tabla 6. A pesar de que el T3 (15% de ME) presenta costos más elevados, es el que genera el mayor beneficio económico y mérito financiero. Este resultado contrasta con los resultados obtenidos por Limaymanta (2015), quien logró una retribución económica superior al incorporar porcentajes de ME en el agua administrada cada 10 días. Se observó un resultado similar en el trabajo de Escalante (2018), donde el T5 (100 ml de ME) en raciones para cobayos alcanzó una retribución económica destacada.

**Tabla 6.** Análisis económico en relación a la adición de ME en las raciones de cobayos.

Tratamientos	Yi <sup>1</sup>	PYi <sup>2</sup>	Costo <sup>3</sup> total Por cuy	BNI <sup>4</sup> (S/.)		ME <sup>5</sup> (%)
				Por cuy	Por Trat.	
T0: sin ME	0,921	24,87	23,21	8,22	19,92	49,37
T1: 5% ME	0,908	24,52	23,24	7,84	15,36	47
T2: 10% ME	0,924	24,95	23,19	8,32	21,12	50,03
T3: 15% ME	0,938	25,33	23,26	8,63	24,84	51,68
T4: 20% ME	0,902	24,35	23,23	7,68	13,44	46,07

Yi<sup>1</sup> = Peso del cuy a los 60 días, PYi<sup>2</sup> = Ingreso bruto por cuy para cada tratamiento (Precio de venta por kg, S/ 27 soles PV), CT<sup>3</sup> = Costo total por cuy por tratamiento (S/.), BNI<sup>4</sup> = Beneficio neto (S/.), ME<sup>5</sup> = Mérito económico (%).

Es evidente que los costos para producir se ven influenciado por la adquisición de microorganismos eficientes, generando un aumento en los mismos. No obstante, este incremento se regula de manera gradual en comparación con otros tratamientos. Los datos proporcionados por Portal Agrario (2006) se centran en la crianza familiar-comercial, que es más tecnificada y muestra una ganancia de peso de 5,06 g/animal/día. Este resultado se logra con cuyes mejorados medianamente (línea Perú e Inti), capaces de obtener su peso de negociación a los 90 días, con un aumento de peso diario que puede llegar hasta 10 g/animal/día.

## V. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos, se pueden derivar las conclusiones siguientes:

1. La adición del 15% de microorganismos eficientes en la dieta se traduce en una mejora del rendimiento bioeconómico de los cuyes durante las fases de crecimiento y acabado.
2. En la etapa de crecimiento, acabado y total el T3 (15% de ME) presentó los mejores desempeños productivos con un CDA de 31,33; 42,68 y 39,84 g/día/cuy; GDP de 10,04; 11,73 y 10,94 g/día/cuy y CA de 3,13; 3,64 y 3,64 durante las fases de crecimiento, acabado y total, respectivamente.
3. En términos de beneficio económico, el T3, obtuvo el mayor beneficio neto con S/ 8,63 y un mérito económico del 51,68%.
4. La cantidad óptima de suplementación de ME en la ración completa en función a la GDP de los cobayos se estableció mediante una respuesta cuadrática resultando en un máximo de 9,47% ( $r^2 = 0,3582$ ) para las fases de crecimiento y acabado.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

En función a las respuestas y conclusiones podemos sugerir:

1. Llevar a cabo investigaciones comparativas sobre la inclusión de microorganismos en distintos tipos y métodos de suministro de alimentos para cuyes.
2. Evaluar la adición de microorganismos eficientes en otras especies monogástricas.

## VII. REFERENCIAS

- Ballesteros, S. (2008). Efecto de la suplementación de EM (microorganismos eficientes) en la alimentación de conejos nueva Zelanda en la fase de ceba en la finca el pedregal del municipio de Simijaca. Tesis de pregrado, Universidad de la Salle. Repositorio institucional ULASALLE.
- Benson. (2008). Producción de cuyes. <http://benson.byu.edu>.
- Bueno, C., y Lesmes, N. (2007). Utilización de microorganismos eficientes en levante de novillas brahmán bajo pastoreo semi- intensivo suplementado en la región de Palmira, valle del cauca [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle]. Repositorio institucional ULASALLE.
- Cuencas, M., Quintero, W., Ramón, F., Campos, N. (2023). Impacto de forraje hidropónico y microorganismos eficientes en World Journal of Microbiology and Biotechnology, 34(9), 132. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5>: Parámetros productivos, hematológicos y bioquímicos nutricionales. ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias Volumen 7, Numero 21. Cuenca - Ecuador.
- Chauca, L. (2015). Manual de producción de cuyes. Curso virtual Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Chaurasia, A., Meena, B., y Tripathi, A. (2018). Actinomycetes: an unexplored microorganism for plant growth promotion and biocontrol in vegetable crops. [1007/s11274-018-2517-5](https://doi.org/10.1007/s11274-018-2517-5)
- El-Gendy, M. A., Al-Zahrani, S. H. M., y El-Bondkly, A. M. A. (2017). Construction of potent recombinant strain through intergeneric protoplast fusion in endophytic fungi for anticancerous enzymes production using rice straw. Applied Biochemistry and Biotechnology, 183(1), 30-50.
- Chiari, G. (2015). Evaluación de forrajes enriquecidos con microorganismos de montaña en la producción y calidad de leche caprina. Tesis de posgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Repositorio institucional CATIE.
- Escalante, L. (2018). Respuesta nutricional de cuyes (*Cavia porcellus*) a la inclusión de microorganismos eficientes en la ración alimenticia, Ayacucho 2760 msnm [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio institucional UNSCH.
- Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón.

- (2013). Microorganismos Eficaces (EM). [http://www.emuruguay.org/PDF/microorganismos\\_eficaces\\_EM\\_presentacion\\_breve](http://www.emuruguay.org/PDF/microorganismos_eficaces_EM_presentacion_breve).
- Fayemi, O., y Ojokoh, A. (2014). The Effect of different fermentation techniques on the nutritional quality of the cassava product (fufu). *Journal of food processing and preservation*, 38(1), 183-192.
- Feijoo, M. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40.
- Higa, T., Urdangarin, M., Mikami, T., y Soler, J., (2009). Manual práctico del uso de EM. <http://www.emuruguay.org/images/Manual.Práctico.UsodeEM.OISCA.BID>.
- Horwath, W. (2017). The role of the soil microbial biomass in cycling nutrients. In: *Microbial Biomass: A Paradigm Shift in Terrestrial Biogeochemistry*. p.41-66. [https://doi.org/10.1142/9781786341310\\_0002](https://doi.org/10.1142/9781786341310_0002)
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). Manual de crianza de cuyes. Ministerio de Agricultura y Riego. Publicación de Lilia Chauca Francia. [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe).
- Limaymanta, L. (2015). Efecto de los microorganismos eficientes en dietas para engorde de cuyes destetados en la granja agropecuaria de yauris – UNCP. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú. Repositorio institucional UNCP.
- Meena, S., y Meena, V. (2017). Importance of soil microbes in nutrient use efficiency and sustainable food production. In: *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture*, p. 3-23. Springer, Singapore.
- Molina, N. (2012). Microorganismos eficientes autóctonos (EMAS) en la productividad del cuy [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional UTA.
- Montes, T. (2012). Asistencia técnica dirigida en crianza tecnificada de cuyes. <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctécnica/015-a-crianzatecnificada.pdf>
- Núñez, O., Aragadvay, R., Guerrero, J., Villacís, L. (2016). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando contenidos ruminales. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cantón Cevallos. Tungurahua - Ecuador. 87p.
- Portal Agrario. (2006). Realidad y problemática del sector pecuario. <http://www.portalagrario.gob.pe>

- Pillco, L. N. (2013). Utilización de microorganismos eficientes, como probiótico, en la crianza de pollos broiler. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Repositorio institucional ETEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/29ffa85e-3a5f-4a2d-9ab0-045be4ea0891/content>
- Ramírez, M. (2006). Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio de ambiente sostenible. Universidad industrial de Santander.
- Serrahima, L. (2006). Manual de crianza de animales. Editorial Lexus.
- Souza, R., Ambrosini, A., y Passaglia, L. (2015). Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genetics and Molecular Biology*, 38(4), 401-419.
- Tapie, J. (2013). Evaluación del efecto de EMs (*Lactobacillus* spp., y *Saccharomyces* spp.), como aditivos nutricionales en la alimentación de cuyes. Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Repositorio institucional UPEC. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/30>
- Vergara, V. (2013). Crianza de cuyes. Manual de proyecto transferencia de tecnología agropecuaria.
- Vurukonda, S., Giovanardi, D., y Stefani, E. (2018). Plant growth promoting and biocontrol activity of *Streptomyces* spp. as endophytes. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(4), 952.
- Zevallos, C. (2022). Efecto de la adición de microorganismos eficientes (ME) en el agua de bebida en cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fase de crecimiento y acabado en la ciudad de Tingo María. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Repositorio institucional UNAS.

**Anexos**

## ANEXO

## 1. Tablas sobre reportes sobre el análisis de la varianza

**Tabla 3.** Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	2,77	0,69	1,88	0,1656
Error	15	5,52	0,37		
Total	19	8,29			

C.V. 6,30%

**Tabla 4.** Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase de acabado.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	1,37	0,34	256,69	0,32
Error	15	002	0,0003		
Total	19	1,39			

C.V. 6,30%

**Tabla 5.** Análisis de la varianza de la ganancia de peso por día fase total.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	1,11	0,28	16,58	0,0001
Error	15	0,25	0,02		
Total	19	1,36			

C.V. 1,22 %

**Tabla 6.** Análisis de la varianza del consumo diario de alimento por animal fase de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	4,32	1,08	1,11	0,3871
Error	15	14,56	0,97		
Total	19	18,88			

C.V. 3,21%

**Tabla 7.** Análisis de la varianza del consumo diario de alimento por animal fase de acabado.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	0,23	0,06	3,53	0,0320
Error	15	0,25	0,02		
Total	19	0,48			

C.V. 0,30%

**Tabla 8.** Análisis de la varianza de la conversión alimenticia en la fase de crecimiento (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	0,37	0,09	2,41	0,0950
Error	15	0,58	0,04		
Total	19	0,96			

C.V. 6,17%

**Tabla 9.** Análisis de la varianza de la conversión alimenticia en la fase de acabado (g).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	0,14	0,04	196,01	0,36
Error	15	0,00027	0,00018		
Total	19	0,14			

C.V. 6,17%

**Tabla 10.** Análisis de la varianza del peso inicial - fase de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	300,50	75,13	1,92	0,1595
Error	15	587,25	39,15		
Total	19	887,75			

C.V. 2,40%

**Tabla 11.** Análisis de la varianza del peso final - fase de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	688,80	172,20	1,56	0,2358
Error	15	1655,75	110,38		
Total	19	2344,55			

C.V. 2,59%

**Tabla 12.** Análisis de la varianza del incremento o ganancia de peso - fase de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FC	P-valor
Tratamiento	4	626,70	156,68	1,90	0,1626
Error	15	1236,25	82,42		
Total	19	1862,95			

C.V. 6,28%

2. Tabla sobre presupuesto.

Rubros	Unidad	Cantidad	Costo unit. S/.	Costo total S/.
<b>Personal técnico</b>				<b>1200</b>
Personal	jornal/día	60	20	1200
<b>Materiales y suministros</b>				<b>1039</b>
Lapicero	Unidad	2	0.5	1
Lápiz	Unidad	2	0.5	1
Libreta de apunte	Unidad	1	2	2
Desinfectantes	Unidad	1	80	80
Cal	Unidad	5	6	30
Alimento balanceado	Kg	110	1.9	209
microorganismos eficientes	Lt	1	75	75
Botas	Unidad	1	15	15
balanza digital	Unidad	1	30	30
cámara digital	Unidad	1	50	50
mochila fumigadora	Unidad	1	300	300
<b>Material de escritorio</b>				<b>793</b>
Fotocopias	Unidad	50	0.1	5
Laptop	Alquiler	1	50	50
Papel bond	Unidad	500	0.1	50
Internet	Mes	4	40	160
Impresiones	Unidad	150	0.2	30
<b>Materiales biológicos</b>				<b>750</b>
Cuyes	Unidad	60	12.5	750
<b>Pasaje y gasto de transporte</b>				<b>40</b>
Pasaje transporte de los cuyes	Unidad	1	40	40
<b>Jaula</b>				<b>400</b>
construccion de jaula	Unidad	1	400	400
<b>Presentación de informe</b>				<b>755</b>
Impresión y empastado del informe de tesis	Unidad	5	150	750
CDs	Unidad	5	1	5
<b>SUB TOTAL</b>				<b>4977</b>
Imprevistos (10 %)				497.7
<b>Costo total del estudio (S/.)</b>				<b>5474.7</b>

### 3. Panel fotográfico



**Figura 2.** Desinfección de jaulas de cuyes para la investigación realizada.



**Figura 3.** Jaula desinfectada de cuyes para la recepción de los animales.



**Figura 4.** Inicio de la parte experimental con los animales.



**Figura 5.** Mezclado del alimento balanceado con los ME para servirles a los cuyes.



**Figura 6.** Distribución del alimento balanceado con los diferentes tratamientos a los animales.



**Figura 7.** Distribución de los diferentes tratamientos a los animales en evaluación.