

Universidad Ricardo palma

Facultad de Ciencias Biológicas

Escuela Profesional de Ciencias Veterinarias



***LACTOBACILLUS SPP. COMO ADITIVO SOBRE
PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CUY
(CAVIA PORCELLUS)***

Javier Ortiz Llamccaya

Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

Lima, Perú,

2016

Dedicatoria

Para mi familia, mis padres que me apoyan en todo,
a mis hermanos que me enseñaron y cuidaron desde que era pequeño
a Tita, Paquito y Lupe
a Maña.

Agradecimientos

Gracias a mi director de tesis, el Dr. Samame por su apoyo constante en todo el proceso de esta tesis, a la Ing. Lilia Chauca por permitirme hacer este experimento en el INIA y hacerme ver mis errores y ayudarme a corregirlos, a mi jurado de tesis el Dr. Daniel Fernández y Dr. Cesar Condori por sus aportes a la tesis.

En la fase de laboratorio quisiera agradecer al Dr. Alcides Guerra por darme las facilidades del laboratorio y asesorarme en microbiología; también gracias a mi asistente y amiga Nathaly Peña, Fernanda y Thifanny por toda su ayuda y paciencia en el laboratorio de microbiología. Al Dr. Arnaldo Alvarado por darme las facilidades de usar la liofilizadora en Bioservice.

A la Dra. Meylin por asesorarme y a mi amigo Juancho por toda su ayuda en la fase de campo en el INIA.

A Beto y por su gran ayuda en la estadística y al momento de redactar esta tesis.

A mi familia por siempre apoyarme.

INDICE

INDICE	4
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS.....	6
I. INTRODUCCION.....	11
II. ANTECEDENTES	12
2.1 GENERALIDADES DE <i>CAVIA PORCELLUS</i>	12
2.2 PROBIOTICOS.....	13
2.2.1 <i>Definición</i>	13
2.2.2 <i>Propiedades de los probióticos</i>	14
2.2.2.1 Adhesión	14
2.2.2.2 Exclusión competitiva	15
2.2.2.3 Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos.....	16
2.2.2.4 Disminución del uso de quimioterapéuticos	16
2.2.2.5 Inmunoestimulación.....	17
2.2.2.6 Prevención y control de enfermedades	17
2.2.2.7 Procesos digestivos.....	18
2.2.2.8 Producción de ácido láctico.....	19
2.2.3 <i>Lactobacillus spp</i>	19
2.2.4 <i>Conversión alimenticia de diferentes especies</i>	21
2.2.5 <i>Uso de antibióticos en producción</i>	21
2.3 PARAMETROS DE PRODUCCION	22
III OBJETIVOS	23
3.1 OBJETIVO GENERAL	23
3.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	23
IV MATERIALES Y METODOS.....	24
4.1 DISEÑO METODOLOGICO	24
4.1.1 <i>Diseño experimental</i>	24
4.2 POBLACION Y MUESTRA	25
4.3 MATERIALES Y EQUIPOS	25
4.3.1 <i>Materiales y equipos empleados en la fase de laboratorio</i>	25

4.3.2 <i>Materiales y equipos empleados en la fase de campo</i>	26
4.4 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	27
4.5 PROCEDIMIENTO.....	28
4.5.1 <i>Aislamiento</i>	28
4.5.2 <i>Identificación</i>	29
4.5.3 <i>Liofilización</i>	30
4.5.4 <i>Recuento de colonias</i>	30
4.5.5 <i>Adición de probióticos a los cuyes</i>	31
4.5.6 <i>Medición del peso</i>	31
4.5.7 <i>Medición de materia seca</i>	31
4.5.8 <i>Beneficio</i>	32
4.5.9 <i>Toma de muestra para cultivo</i>	32
4.6 TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	32
4.7 ASPECTOS ETICOS.....	32
V RESULTADOS	33
VI DISCUSION.....	53
VII CONCLUSIONES	55
VIII RECOMENDACIONES	56
IX REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
X ANEXO.....	63
10.1 ANEXO 1	63
10.2 ANEXO 2	75

Índice de ilustraciones y cuadros

CUADRO 1: CONCENTRACION DE <i>LACTOBACILLUS SPP.</i> DE GRUPOS DE VIALES EN UFC Y DOSIS DE LOS GRUPOS TRATAMIENTOS	37
CUADRO 2: PROMEDIOS DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICOS Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	37
FIGURA 18: PROMEDIOS DE PESOS SEMANALES ACUMULADOS DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICOS Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	38
CUADRO 3: PROMEDIOS DE INCREMENTOS DE PESOS DIARIO, SEMANAL Y TOTAL DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	38
FIGURA 19: PROMEDIOS DE INCREMENTOS DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	39
FIGURA 20: PROMEDIOS DE INCREMENTOS DE PESOS TOTALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	39
FIGURA 21: PROMEDIOS DE INCREMENTOS DE PESOS DIARIOS DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	40
CUADRO 4: PROMEDIOS DE LA CONVERSION ALIMENTICIA FINAL POR REPETICION DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	41
FIGURA 22: PROMEDIOS DE LA CONVERSION ALIMENTICIA SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	42
CUADRO 5: RENDIMIENTOS DE CARCASA DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	42
FIGURA 23: PROMEDIO DE LOS RENDIMIENTOS DE CARCASA DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	43
CUADRO 6: DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS PROMEDIOS DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	44
CUADRO 7: ANOVA DE LOS PROMEDIOS DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	45

CUADRO 8: DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS PROMEDIOS DE INCREMENTO DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	46
CUADRO 9: ANOVA DE LOS PROMEDIOS DE INCREMENTOS DE PESOS SEMANALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	47
CUADRO 10: DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS INCREMENTOS DE PESOS DIARIOS Y TOTALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	48
CUADRO 11: ANOVA DE LOS INCREMENTOS DE PESOS DIARIOS Y TOTALES DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA. ..	49
CUADRO 12: DATOS DESCRIPTIVOS DE LAS CONVERSIONES ALIMENTICIAS DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA. ..	50
CUADRO 13: ANOVA DE LAS CONVERSIONES ALIMENTICIAS DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	51
CUADRO 14: DATOS DESCRIPTIVOS DE LOS RENDIMIENTOS DE CARCASA DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA. ..	51
CUADRO 15: ANOVA DE LOS RENDIMIENTOS DE CARCASA DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	52
CUADRO 16: RESULTADOS DE LOS CULTIVOS BACTERIANOS DE CUYES EN TRATAMIENTO CON PROBIOTICO Y CONTROL DEL PERIODO DE ABRIL A OCTUBRE DEL 2015 EN EL INIA, LIMA.	52
FIGURA 1 - PLACAS PETRI SEMBRADAS CON <i>LACTOBACILLUS SPP.</i> DENTRO DE LA CAMPANA DE ANAEROBIOSIS	63
FIGURA 2 – PLACA CON COLONIAS DE <i>LACTOBACILLUS SPP.</i> SE APRECIAN COLONIAS BLANQUECINAS DE FORMA REDONDA CON RELIEVE	63
FIGURA 3 – VISTA MICROSCOPICA DEL <i>LACTOBACILLUS SPP.</i> (100x) CON TINCION GRAM. SE OBSERVAN BACILOS	64
FIGURA 4 – PRUEBA DE CATALASA NEGATIVO (AUSENCIA DE FORMACION DE BURBUJAS) PARA <i>LACTOBACILLUS SPP.</i>	64
FIGURA 5 – AGAR SEMISOLIDO EN TUBOS SATURADOS DE ARABINOSA (FRENTE) Y LACTOSA (ATRAS) PARA PRUEBA DE FERMENTACION DE CARBOHIDRATOS	65
FIGURA 6 – FERMENTACION DE CARBOHIDRATOS: (A) CONTROL DE ARABINOSA, (B) ARABINOSA POSITIVO, (C) CONTROL DE LACTOSA, (D) LACTOSA NEGATIVO; IDENTIFICACION DE <i>LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i>	65

FIGURA 7 – FERMENTACION DE CARBOHIDRATOS, (A) CONTROL DE ARABINOSA, (B) ARABINOSA NEGATIVO, (C) CONTROL DE LACTOSA, (D) LACTOSA POSITIVO; IDENTIFICACION DE <i>LACTOBACILLUS RHAMNOSUS</i>	66
FIGURA 8 – FERMENTACION DE CARBOHIDRATOS: (A) CONTROL DE ARABINOSA, (B) ARABINOSA POSITIVO, (C) CONTROL DE LACTOSA, (D) LACTOSA POSITIVO; IDENTIFICACION DE <i>LACTOBACILLUS PARACASEI</i>	66
FIGURA 9–LIOFILIZADORA (BIOSERVICE) A -20 °C PROCESANDO LAS MUESTRAS	67
FIGURA 10 – VIALES DESPUES DE LA LIOFILIZACION	67
FIGURA 11 – DILUCIONES SERIADAS DE LOS VIALES PARA DETERMINAR LA CONCENTRACION DEL PROBIOTICO (UFC), SE UTILIZO LA ULTIMA DILUCION (10^9)	68
FIGURA 12 – RECUENTO DE COLONIAS VIABLES EN PLACA A LAS 48 HORAS DESPUES DEL SEMBRADO	68
FIGURA 13 – ADICION VIA ORAL DEL PROBIOTICO A LOS CUYES	69
FIGURA 14 –PESAJE SEMANAL DE LOS CUYES EN BALANZA ELECTRONICA	69
FIGURA 15 – DESHIDRATACION DE CONCENTRADO Y FORRAJE (CHALA) PARA LA DETERMINACION DE LA MATERIA SECA	70
FIGURA 16 –PESAJE DE LA CARCASA PARA EL CALCULO DEL RENDIMIENTO DE CARCASA	70
FIGURA 17 – NECROPSIA DE CUYES EN EXPERIMENTACION, ORGANOS SIN LESIONES MACROSCOPICAS	71

Resumen de la tesis

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto probiótico de 3 diferentes dosis de *Lactobacillus spp.* como aditivo sobre parámetros productivos en *Cavia porcellus*. Se utilizaron 4 grupos de 8 cuyes machos destetados a las 2 semanas cada uno: 3 tratamientos y 1 control. El primer (T1), segundo (T2) y tercer tratamiento (T3) constaron de dosis diarias de 2.5×10^8 , 2.5×10^9 y 2.5×10^{10} ufc del probiótico, respectivamente; para el grupo control (TC) suero fisiológico. El probiótico se obtuvo de un yogurt comercial mediante técnicas de aislamiento, identificación y liofilización. La administración del probiótico y el suero fisiológico fue vía oral e individualmente por 7 semanas; además, de recibir concentrado y forraje como alimento. Se empleó un diseño por bloques completos y aleatorizado, las variables en estudio fueron: peso, incremento de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Los resultados a las 7 semanas fueron: peso final de T1, T2, T3 y TC, 921, 933, 947 y 913 gr; incremento de peso total de T1, T2, T3 y TC, 640.5, 644.75, 632 y 654.75 gr; índice de conversión alimenticia promedio de T1, T2, T3 y TC, 2.90, 2.83, 3.11 y 2.52; y el rendimiento de carcasa promedio de T1, T2, T3 y TC 73.6%, 72.3%, 71.9% y 72.2%, respectivamente. Al análisis estadístico se encontró que no existe diferencia estadísticas significativas entre los grupos tratamiento y control, en las variables estudiadas. A la necropsia no se encontraron lesiones macroscópicas y los grupos tratamiento dieron resultados negativos de cultivos bacterianos para *Salmonella spp.* en un 100% de los casos, mientras que el grupo control dio un resultado positivo, lo que demuestra que el probiótico posiblemente puede inhibir el crecimiento de *Salmonella*.

Palabras claves: Probiótico, *Lactobacillus spp.*, *Cavia porcellus*, parámetros productivos.

Abstract

The present investigation was realized in order to evaluate the probiotic effect of 3 different doses of *Lactobacillus spp.* as additive on productive parameters in *Cavia porcellus*. There were 4 groups of 8 male guinea pigs weaned at 2 weeks each one: 3 treatments and 1 control. The first (T1), the second (T2) and the third (T3) consist of a daily doses of 2.5×10^8 , 2.5×10^9 y 2.5×10^{10} cfu of the probiotic respectively; for the control group (TC) only physiological serum. The probiotic was obtained from a commercial yogurt by isolation, identification and freeze-dry techniques. The administration of the probiotic and the serum was individually and orally for 7 weeks, besides receiving concentrate and forage as food. Was used a complete and randomized blocks design, the variables in study were: weight, gain of weight, food conversion and carcass performance. The results at the 7 weeks were: final weight of T1, T2, T3 and TC, 921, 933, 947 and 913 gr; gain of total weight of T1, T2, T3, TC, 640.5, 644.75, 632 and 654.75 gr; average food conversion index of T1, T2, T3 and TC, 2.90, 2.83, 3.11 and 2.52; and average of carcass performance of T1, T2, T3 and TC, 73.6%, 72.3%, 71.9% and 72.2%, respectively. At the statistical analysis were found that there isn't significant statistic difference between the treatments and control groups in the study variables. At the necropsy there wasn't macroscopic injuries and the treatments groups show negative results in specific bacterial cultures for *Salmonella spp.* in 100% of the cases, while the control group have one positive result, which demonstrate that the probiotic can possibly disable *Salmonella's* growth.

Key words: Probiotic, *Lactobacillus spp.*, *Cavia porcellus*, productive parameters.

I. Introducción

El cuy es un mamífero roedor herbívoro, con un ciclo reproductivo corto y de fácil adaptación a diferentes ecosistemas. Su carne es un producto de alto valor nutricional que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos. El negocio del cuy es un mercado en desarrollo en el Perú, y debido que es una especie nativa, se debe fomentar su consumo.

En la crianza zotécnica-comercial del cuy el problema aún es el precio; el cuy es más costoso que otras carnes debido a la poca cantidad que produce, además del volumen de venta que todavía es escaso. Hay una gran discusión sobre la rentabilidad en cuyes, y esto es porque se ve esta producción como algo netamente familiar.

Las crianzas familiares, con cuyes criollos, realizando una saca irracional y sin manejo resulta poco rentable, pero la instalación comercial de una unidad con un plantel de reproductores mejorados de cientos de individuos, de buena conversión, manejo sanitario y saca periódica y controlada lo hace sumamente rentable.

El uso de probióticos en las producciones pecuarias no es una práctica muy común, pero es una opción ante el uso de antibióticos como promotores de crecimiento y mejoran la absorción de nutrientes, manteniendo un equilibrio en la flora intestinal evitando la proliferación de microorganismos patógenos que causen mortalidad.

La presente investigación tiene el fin de evaluar el efecto probiótico de diferentes dosis unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus spp.* en cuyes en fase de cría y recría (2 - 9 semanas) de raza Perú para medir el peso, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.

II. Antecedentes

2.1 Generalidades de *Cavia Porcellus*

El cuy domestico está clasificado zoológicamente dentro del Reino: animal, Subreino: Metazoos, Tipo: Vertebrados, Clase: mamíferos, Subclase: placentarios, Orden: roedores, Suborden: hystricomorfos, Familia: Caviidae, Genero: *Cavia*, Especie: *Cavia Porcellus*. (1)

El cuy es un mamífero originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú y su carne es tradicionalmente consumida por su calidad y exquisitez. Las ventajas de crianza de cuyes incluyen su calidad como especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza ingredientes no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (2). Es además un roedor herbívoro monogástrico, clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico, debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego. Tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática, un ciego y colon donde se realiza la maceración, fermentación y solución de las porciones fibrosas de los alimentos. En el intestino grueso no solamente se produce la digestión de la celulosa sino también la acción bacteriana y la absorción de pocos nutrientes. (3)

Presenta un ciego funcional más especializado que el conejo. La existencia de una predominante flora bacteriana produce una fermentación rápida del alimento grosero. Sin embargo, el tiempo necesario para la multiplicación de los microorganismos es mayor que la retención del alimento; este problema es resuelto parcialmente por mecanismos que aumenta su permanencia y la

desintegración sustancial de los carbohidratos, generando la absorción de energía bajo la forma de ácidos grasos volátiles. La mayor actividad fermentativa sobre el alimento ocurre en el ciego y colon proximal, siendo los cuyes de un valor aproximado de 66%, mientras que en conejos, vacunos y ovinos es 51%, 75% y 83% respectivamente (4).

El pasaje del bolo alimenticio por el ciego es lento, pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas; de la acción de este órgano depende la composición de la ración, además se sabe que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes. La carne de cuy tiene un 20.3% de proteína, 7.8% de grasa, 0.5% de carbohidratos y 0.8% de minerales. (2)

2.2 Probióticos

2.2.1 Definición

Los probióticos son microbios vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos. Las bacterias de ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra el género *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud. En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microbios vivos que han

demostrado en estudios humanos controlados producir un beneficio a la salud. (5)

Actualmente los microorganismos más utilizados como probióticos, tanto en humanos como en animales son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* y levaduras como *Saccharomyces* y *Torulopsis* y hongos del género *Aspergillus*. (6)

2.2.2 Propiedades de los probióticos

Los probióticos tienen la finalidad de mejorar el crecimiento de los organismos benéficos y reducir la resistencia de las bacterias patógenas que causan enfermedad, ofreciendo ventajas que superan las limitaciones y los efectos secundarios de los antibióticos y otras drogas; además, de mejorar la calidad nutricional y promover la digestión de las dietas con la respectiva absorción de nutrientes. Los probióticos también han sido recomendados por su participación en la descomposición de la materia orgánica, la reducción de nitrógeno y fósforo, así como para controlar los niveles de diversos productos de desechos que afectan al medio ambiente (7). Los mecanismos de acción que se han sugerido para los probióticos son los siguientes:

2.2.2.1 Adhesión

Es la habilidad de los microorganismos para adherirse a las células, principalmente a las del sistema gastrointestinal, mucus, células epiteliales y otros tejidos (8). Es una característica considerada en algunos probióticos como primordial para ejercer su efecto. Esta cualidad ocasiona la agregación entre miembros de una misma cepa o especie (autoagregación) o entre diferentes especies y cepas (congregación) para colonizar y permanecer en uno o varios nichos ecológicos (9). Diferentes cepas de *Bacillus spp.* y *Lactobacillus spp.*

han sido reconocidas por su habilidad de congregación en el intestino en beneficio del hospedero. (10)

2.2.2.2 Exclusión competitiva

Es una de las principales cualidades usadas en el uso de probióticos, la cual se define como el reto entre dos o más organismos con el fin de determinar el grado de inhibición que puede presentar (11; 12). Los microorganismos reducen la colonización de bacterias patógenas por competencia en un mismo nicho (12). La competencia por espacio o nutrientes representa uno de los mecanismos de acción bactericida más importante, y se puede definir como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento, en donde, uno de los organismos reduce la cantidad disponible para los demás (14). Esto es un fenómeno común en el ambiente natural en donde la interacción micro-biológica juega un papel muy importante en el equilibrio o competencia entre microorganismos benéficos y patógenos (12). *Lactobacillus* sp, *Bifidobacterium* sp. y *Streptococcus* sp. han sido considerados como adecuados para la protección en contra de *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella thyphimurium*, y *Staphylococcus aureus* (13; 14; 15). De igual forma las bacterias ácido lácticas han adquirido relevancia como tratamientos profilácticos y de control en contra de las diferentes especies bacterianas (16; 11). Estos factores son importantes en la adhesión de células epiteliales intestinales o en la activación del sistema inmune y ayudan en la salud de los organismo, homeostasis intestinal y digestión (19). Este es un principio que explotan los especialistas en probióticos, dado que al proporcionar un microorganismo benéfico durante la alimentación al medio en donde se encuentran los organismos, se ve disminuida la proporción de bacterias patógenas que puedan presentarse, sin mencionar además la capacidad que poseen los probióticos para competir por espacio en el organismo, en el medio y en las superficies solidas del cultivo (15). Cuando el organismo es joven y

empieza a alimentarse, es altamente deseable que los microorganismos que primero se establezcan sean benéficos. (20)

2.2.2.3 Cambio en la flora bacteriana y reducción de microorganismos patógenos

Los probióticos han sido empleados para que el sistema gastrointestinal obtenga de forma artificial y controlada bacterias benéficas. La flora bacteriana del intestino se considera activa y muy influyente en los procesos asociados a la digestión y absorción de nutrientes (11), por tal motivo, cuando un organismo inicia su alimentación exógena es conveniente que las bacterias que logren colonizar inicialmente su intestino sean aquellas que sean benéficas para el mismo, es aquí donde los probióticos pueden jugar un importante papel ya que de una forma artificial podemos facilitar la llegada de estas bacterias benéficas (11; 17). Esto favorece los procesos intestinales y reduce las poblaciones de bacterias patógenas con sus respectivos trastornos, además de que puede prevenir las infecciones intestinales y diarreas en crías que afectan el crecimiento y supervivencia de las mismas (18; 11). Algunos productos a base de probióticos son sugeridos después de la aplicación de antibióticos, ya que éstos reducen de forma importante las poblaciones bacterianas en el tracto intestinal y es conveniente que se inicie la colonización con bacterias benéficas. (12)

2.2.2.4 Disminución del uso de quimioterapéuticos

La inquietud por el uso de quimioterapéuticos para el control de enfermedades, ha hecho que los probióticos sean considerados como una alternativa para evitar los efectos de estos productos en la resistencia bacteriana y medio ambiente (16). Un beneficio importante de los probióticos es

que no deja residuos en los productos obtenidos a partir de los organismos producidos (leche, carne, huevos, etc.) y que estos no dañan la flora bacteriana endógena como sucede con los quimioterapéuticos (12). Algunos probióticos como *Bacillus spp.*, *L. Acidophilus* y *Bifidobacterium spp.* pueden apoyar en el control de enfermedades gastrointestinales y funcionar como una medida para lograr la reducción del uso de antibióticos en la producción de organismos pecuarios. (15)

2.2.2.5 Inmunoestimulación

Aumento de la capacidad de alerta del sistema inmune en contra de agentes patógenos. La estimulación temprana del sistema inmunológico es otro de los factores sobre el cual actúan algunos probióticos (17). Cuando el sistema inmunológico está bien desarrollado, los problemas de enfermedades bacterianas se ven restringidos; sin embargo, el estrés, en todas sus formas, puede disminuir la respuesta inmune de los organismos, aumentando las probabilidades de contraer enfermedades. Algunos probióticos han sido creados para estimular al sistema inmunológico, reportando efectos positivos al disminuir la incidencia de algunas enfermedades, trastornos por tumores; mejorando la motilidad gastrointestinal y teniendo también efectos bioquímicos que abarcan desde el decrecimiento de factores mutagénicos, asimilación, etc. (21)

2.2.2.6 Prevención y control de enfermedades

La propiedad de poder disminuir o eliminar la incidencia de algunos grupos bacterianos y por consiguiente algunas enfermedades que comúnmente presentan los organismos, es una de las principales cualidades por la cual trabajan los probióticos, quienes actúan principalmente contra bacterias

patógenas u oportunistas (17). Los probióticos previenen la proliferación de microorganismos que producen toxinas que afectan al sistema digestivo del animal, existen algunos probióticos que trabajan en base a su capacidad de producir sustancias antimicrobianas que afectan al microecosistema disminuyendo las poblaciones bacterianas y previenen enfermedades (22). Por ejemplo, se ha demostrado que algunas cepas de *L. acidophilus* producen antibióticos como acidophilis, lactolin, acidolin, este último ha sido investigado y se ha observado que tiene una alta actividad contra bacterias patógenas como *C. perfringens*, *E. coli*, *Listeria monocytogens*, *S. typhimurium*, *S. enterica*, y *Staphylococcus aureus* (14). Lo mismo sucede con algunas cepas modificadas genéticamente en las cuales se han incorporado genes que codifican para la producción de este tipo de sustancias; dichas cepas modificadas generalmente se crean para atacar a un género específico de bacteria patógena. (12)

2.2.2.7 Procesos digestivos

El sistema gastrointestinal es un sistema rico en microorganismos, enzimas y diferentes nutrientes. Los probióticos al ser ingeridos y pasar por el tracto gastrointestinal y/o colonizarlo usan una serie de enzimas digestivas como sistema de defensa y nutrición bacteriana que ayudan a la digestión de la materia orgánica y proteínas, favoreciendo la absorción, crecimiento y salud (12; 19). Esto a su vez puede promover y mantener el balance intestinal en beneficio del organismo, además de optimizar el proceso de absorción de minerales, especialmente de zinc, potasio y cobre (15; 23). Cuando se iniciaron los estudios sobre la flora bacteriana que existe en el tracto gastrointestinal, se comprobó que estos microorganismos juegan un papel muy importante en la digestión, absorción de los nutrientes y salud del huésped, comprobándose la importancia de que los microorganismos benéficos sean los primeros en llegar al tracto gastrointestinal (12). Sin embargo, hay que aclarar que la flora bacteriana de algunas especies de organismos es muy cambiante, por lo que los probióticos deben ser seleccionados cuidadosamente para esta condición.

Es importante también tomar en cuenta que la microflora del tracto gastrointestinal tiene un equilibrio entre microorganismos benéficos y oportunistas, y que los factores estresantes (alimentación, temperatura, etc.) pueden alterar o romper este equilibrio y generan problemas como enfermedades. Otro factor importante es que los microorganismos benéficos son capaces de sintetizar algunas enzimas que ayudan a la digestión de los alimentos en el tracto intestinal, mejorando la absorción de nutrientes. Además, algunas cepas de probióticos producen vitaminas, minerales, y algunos ácidos grasos esenciales que el huésped necesita o que facilitan la digestión de los alimentos. (22)

2.2.2.8 Producción de ácido láctico

Esta es una de las propiedades más señaladas en algunos probióticos comerciales (24). El ácido láctico reduce el pH en el tracto digestivo del animal favoreciendo la digestión y posterior absorción de los nutrientes. Bacterias como *Lactobacillus sp.*, *Bifidobacterium sp.* y *Streptococcus sp.* son empleadas como probióticos por su producción de ácido láctico. (13)

Los probióticos son microorganismos viables que aumentan la ganancia de peso y los rangos de conversión alimenticia y disminuyen la incidencia de diarrea. (25)

2.2.3 Lactobacillus spp

El género *Lactobacillus* está en el grupo de las bacterias grampositivas, familia *Lactobacillaceae*. Este género está formado por más de 40 especies de bacilos grampositivos, en los que a menudo se observa granulación interna. La morfología es variable, desde cocobacilos a bacilos largos, delgados y en ocasiones curvos, dependiendo de la edad del cultivo y composición del medio. No forman esporos y son catalasa negativo. Sus necesidades nutricionales son complejas: precisan hidratos de carbono, nucleótidos, aminoácidos, vitaminas, ácidos grasos, etc. Los lactobacilos crecen en medio de cultivo MRS, incubados

a 37 °C por 24 - 48 horas en un medio anaerobio en un pH ácido (4.5 - 6.4). En el agar, la mayoría de las especies forma pequeñas colonias (2 - 5 mm), convexas, brillantes y de borde liso. (26)

Efectos de *Lactobacillus* en producción animal

Especies animales	Especie de <i>Lactobacillus</i>	Comentarios
Polluelos	<i>L. acidophilus</i>	Aumento de la ganancia de peso corporal, disminución del peso fecal
Broilers	<i>L. acidophilus</i>	Aumento de la ganancia de peso corporal (+6%)
	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i>	Aumenta el rendimiento de la producción
Pollos Broilers	<i>Lactobacillus</i>	Mejora en la inmunidad mediada por células, aumentando los niveles de secreción de IL-2 y menores niveles de producción de oocitos de <i>Eimeria acervulina</i>
Gallinas en periodo de postura tardía	<i>L. species</i>	Aumenta la producción de huevos, disminuye la mortalidad, aumenta el factor de conversión pero no la calidad del huevo
Conejos	<i>Enterococcus faecium</i> , <i>L. jugurt</i>	Producto de soya fermentada causa una reducción del 18.4% en el colesterol total y aumento del 17.8% en la fracción HDL

Fuente: (27)

Estudios previos demuestran una mejor conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y consumo de alimento usando 50 mg de probiótico *Bacillus subtilis* y *Lactobacillus acidophilus* a una concentración de 1×10^{10} ufc por kilogramo de

concentrado (8.33×10^6 ufc/animal/día) (28); y 4.4×10^9 ufc/animal/día de *Bacillus subtilis* y *Bacillus coagulans*. (29)

2.2.4 Conversión alimenticia de diferentes especies

El cuy tiene una conversión alimenticia de 3.1, siendo elevada a comparación de porcinos y pollos que tiene una conversión alimenticia de 2.8 y 1.86 respectivamente; pero es significativamente menor que la de conejos que es de 3.5. (30)

2.2.5 Uso de antibióticos en producción

Los antibióticos fueron primero añadidos a los alimentos para proteger a los animales contra infecciones, pero los antibióticos también promueven el crecimiento, esta doble función produjo el uso amplio como un aditivo en la alimentación. Sin embargo, debido a preocupaciones de seguridad acerca de la transmisión de la resistencia a los antibióticos, el uso de los antibióticos en alimentación animal ha ido gradualmente declinando desde 1990 y han sido prohibidos completamente desde Enero de 2006. Esta situación llevó a la proposición de alternativas, tales como los microorganismos probióticos. (31)

Los antimicrobianos se utilizan no solo en la ganadería, sino también como aditivos en los animales de compañía, la agricultura (frutas, verduras, orquídeas, etc.) y la industria (oleoductos y plantas industriales). El uso de enormes cantidades de antimicrobianos en la producción de alimentos y su amplia liberación involuntaria en el medio ambiente a través de las aguas residuales de los seres humanos y los animales y del agua utilizada en las explotaciones agrícolas tiene consecuencias para la salud pública que resultan particularmente evidentes en el caso de las bacterias resistentes a antibióticos causantes de enfermedades humanas. (32)

2.3 Parámetros de producción

Los parámetros productivos son indicadores de referencia para medir el comportamiento productivo de una producción, es decir, que tan rentable, eficiente y productiva puede ser una explotación. Además sirven para conocer cuáles son los puntos débiles de una explotación y qué medidas se pueden implementar. Las evaluaciones del comportamiento productivo generalmente se hacen por semanas. (33)

III Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto probiótico de diferentes dosis unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus spp.* en cuyes en fase de cría y recría (2 – 9 semanas) de raza Perú.

3.2 Objetivo específicos

Definir dosis de unidades formadoras de colonias de *Lactobacillus* para su uso en cuyes.

Medir el peso de cuyes alimentados con probióticos y control.

Medir la ganancia de peso de cuyes alimentados con probióticos y control.

Calcular la conversión alimenticia de cuyes alimentados con probióticos y control.

Calcular el rendimiento de carcasa de cuyes alimentados con probióticos y control.

Comparar los parámetros productivos de cuyes alimentados con probióticos con el grupo control.

IV Materiales y métodos

4.1 Diseño Metodológico

Se realizó un diseño experimental prospectivo longitudinal con 4 grupos con tratamientos diferentes, donde uno de ellos es el grupo control y los otros 3, los grupos en tratamiento.

C: forraje + concentrado (grupo control)

T1: forraje + concentrado + probióticos (Lactobacillus spp. 2.5×10^8 ufc/día/animal)

T2: forraje + concentrado + probióticos (Lactobacillus spp. 2.5×10^9 ufc/día/animal)

T3: forraje + concentrado + probióticos (Lactobacillus spp. 2.5×10^{10} ufc/día/animal)

4.1.1 Diseño experimental

El diseño es por bloques completos y aleatorizado, el que permitió un análisis de varianza de las variables (peso, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa), verificando las mínimas diferencias significativas.

4.2 Población y muestra

Se utilizaron 32 cuyes machos de raza Perú 0.625-14, distribuidos aleatoriamente en pozas por tratamiento (4), repeticiones (4) x cuyes /repetición (2).

Los cuyes fueron identificados al nacimiento y se controló su peso al destete (14 días), durante la fase experimental se controló el peso y consumo de alimento semanal. El suministro del balanceado fue ad libitum y el forraje se suministró a razón del 10 % de su peso vivo.

4.3 Materiales y equipos

4.3.1 Materiales y equipos empleados en la fase de laboratorio

Placas Petri

Asa de siembra

Mechero bunsen

Matraz de 500 ml

Micropipeta (max 20 ml)

Balanza

Papel aluminio

Balanza

Agar MRS

Caldo MRS

Autoclave

Estufa de laboratorio

Tubos de ensayo

Viales de vidrio

Guantes de látex

Alcohol

Agujas 18 Gauss

Peróxido de hidrogeno

Tinción gram

Cloruro de sodio 0.9%

4.3.2 Materiales y equipos empleados en la fase de campo

Tolva con capacidad 6 kg

Forraje: maíz chala en floración

Concentrado: ración con 18% Proteína y 3.0 MCal/Kg alimento

Probióticos

Cuyes destetados

Cuaderno de campo

Hojas de registros

Termómetro e higrómetro digital

Comederos

Bebedores de arcilla enlozada con capacidad 250 ml

Balanza digital

Cajas de manejo

Tapers de plástico

4.4 Operacionalización de variables

Peso: se pesó semanalmente a cada animal de cada poza.

Incremento de peso: este dato se evaluó semanalmente, consistió en pesar a los animales de cada poza en una balanza y restar el peso de la semana anterior.

Conversión alimenticia: para obtener este dato se dividió el consumo de materia seca del alimento de una semana / ganancia de peso semanal. Este dato se evaluó semanalmente.

Rendimiento de carcasa: para este dato primero se pesó a los cuyes individualmente antes del sacrificio, a este peso se le denomina peso inicial, luego se toma el peso del animal con vísceras comestibles (excepto esófago, estómago, intestino delgado y grueso, ciego, colon y bazo) y este es el peso final. El rendimiento se obtiene con una regla de 3, teniendo como 100% el peso inicial.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Peso	Variable cuantitativa continua	Gramos, kilogramos	1 - 2 kilogramos	Sin uso de Lactobacillus Con uso de Lactobacillus (2.5x10 ⁵ , 5x10 ⁵ , 7.5x10 ⁵ ufc)
Ganancia de peso	Variable cuantitativa continua	Gramos, kilogramos	1 - 2 kilogramos	Sin uso de Lactobacillus Con uso de Lactobacillus (2.5x10 ⁵ , 5x10 ⁵ , 7.5x10 ⁵ ufc)
Conversión alimenticia	Variable cuantitativa continua	Peso de alimento consumido entre peso ganado	Alto Intermedio Bajo	Sin uso de Lactobacillus Con uso de Lactobacillus (2.5x10 ⁵ , 5x10 ⁵ , 7.5x10 ⁵ ufc)
Rendimiento de carcasa	Variable cuantitativa continua	Peso final entre peso inicial por 100%	60 – 70% 70 – 80 %	Sin uso de Lactobacillus Con uso de Lactobacillus (2.5x10 ⁵ , 5x10 ⁵ , 7.5x10 ⁵ ufc)

4.5 Procedimiento

4.5.1 Aislamiento

La obtención de bacterias de *Lactobacillus* se hizo a partir de productos lácteos que contengan probióticos, en este caso se utilizó un yogurt comercial que cuenta con las cepas *L. acidophilus*, *L. rhamnosus* y *L. paracasei*. Se hizo 3 diluciones seriadas (1:10, 1:100, 1:1000) del yogurt y se sembró 0.1 ml de la última dilución en placas petri mediante la técnica de estriado en medio de cultivo MRS a 37 °C por 48 hr en condiciones de anaerobiosis (Anexo 1 - figura

1). A las 48 horas se observó el crecimiento bacteriano y presentaron las siguientes características: colonias blanquecinas de forma redonda con bordes definidos y relieve (Anexo 1 - figura 2). Las colonias se sembraron en caldo MRS en tubo en las mismas condiciones (a 37° C por 48 hr en anaerobiosis) y se volvió a sembrar en placas petri para obtener la cepa aislada.

4.5.2 Identificación

Para la identificación de las cepas se realizara tinción gram, prueba de catalasa y prueba de fermentación de carbohidratos. A la tinción gram resultaron gram positivas porque presentaron coloración acidofila (morada), además mostraron forma de bacilos (Anexo 1 - Figura 3). En la prueba de catalasa se observó la ausencia de la formación de burbujas debido que el género *Lactobacillus* carece de esta enzima (Anexo 1 - Figura 4). Para la prueba de fermentación de carbohidratos se usó como sustrato arabinosa y lactosa en un medio semisólido, debido que las 3 cepas se diferencian de acuerdo a su metabolismo sobre dichos carbohidratos.

Fermentación de carbohidratos de diferentes Lactobacilos

Carbohidrato		<i>L. acidophilus</i>	<i>L. rhamnosus</i>	<i>L. paracasei</i>
D-arabinosa	DARA	+	-	+
Lactosa	LAC	-	+	+

Se prepararon 30 pares de tubos donde cada par tenía un tubo con arabinosa y otro con lactosa (Anexo 1 - figura 5). De las placas petri, se tomó una colonia con el asa recta y se inoculó en el tubo de arabinosa y lactosa de una misma colonia. Se repitió el mismo procedimiento para los demás pares de tubos dejando un par sin inocular para que sirvan de control. Una vez identificadas las 3 cepas, se sembraron las colonias restantes en 11 tubos con 10 ml de caldo MRS y se incubó a 37 °C por 48 horas en condiciones de anaerobiosis.

4.5.3 Liofilización

Se tomó 1 ml del caldo y se colocó en viales estériles para liofilización, se le adicionó 1 ml de leche descremada y se homogenizó suavemente. Se colocaron las tapas de goma a cada vial, dejándolos semiabiertos con el propósito de que se lleve a cabo el proceso de liofilización. Se colocaron en bandejas de metal y se llevan a la liofilizadora (Anexo 1 - figura 9), donde se ultracongelan las muestras a -20 °C y después bajo condiciones de alto vacío, extrae por sublimación el agua congelada, y así pasa directamente a un estado de vapor debido a que no hay presión molecular. Después de 24 horas se retiraron los viales y se procede al sellado completo y al precintado (Anexo 1 - figura 10).

4.5.4 Recuento de colonias

Se diluyó el liofilizado con suero fisiológico y se hizo 8 diluciones seriadas, se sembró 0.1 ml de la última dilución en agar MRS y se incubó por 48 horas a 37°C en condiciones de anaerobiosis (Anexo 1 - figura 11). Se utilizó el método

de recuento de bacterias viables en placa, este método ofrece la ventaja de cuantificar solo las bacterias viables presentes en una muestra. A las 48 horas se hizo el recuento de bacterias viales en término de unidades formadoras de colonias (UFC) en 1 ml (Anexo 1 - figura 12). De esta forma se puede saber la cantidad a administrar a los cuyes de acuerdo al tratamiento.

4.5.5 Adición de probióticos a los cuyes

El polvo liofilizado se mezcló con 5 ml de solución salina y se le administro con jeringa de 1 ml vía oral a los cuyes diariamente. El grupo control recibió solo solución salina vía oral con jeringa, con el fin de que todos los grupos tengan el mismo manejo (Anexo 1 - figura 13).

4.5.6 Medición del peso

Se tomó el peso semanal con una balanza electrónica de todos los cuyes en tratamiento y control (Anexo 1 - figura 14).

4.5.7 Medición de materia seca

Para medir la materia seca se deshidrato el concentrado y el forraje por 24 horas en una estufa a 100 °C. Para el cálculo del porcentaje de materia seca se aplicó una regla de 3 con el peso antes y después de la deshidratación (Anexo 1 - figura 15).

4.5.8 Beneficio

Para el beneficio de un animal, se le dejó 24 horas en ayuno y se tomó el peso. El beneficio se realiza mediante desangrado para después diseccionarlo y retirar los órganos no comestibles (esófago, estómago, intestino delgado y grueso, ciego, colon y bazo). Al final se pesó la carcasa para calcular el rendimiento de carcasa (Anexo 1 - figura 16).

4.5.9 Toma de muestra para cultivo

Se tomó un hisopado de hígado y ciego de los animales beneficiados para su posterior cultivo en medio específico para salmonella.

4.6 Técnicas para el procesamiento de la información

La información recolectada de la medición semanal de las variables se registró en hojas con los datos del animal (código) y las variables con la fecha respectiva de su toma (Anexo 2). Posteriormente se pasaron los datos a una base de datos.

4.7 Aspectos éticos

Los animales usados en esta experimentación están sujetos a los Principios de Técnicas de Experimentación Humanitaria. Para la parte de medición del rendimiento de carcasa, los animales fueron sacrificados según los protocolos de faenado de cuyes.

V Resultados

De los 29 tubos usados en la fermentación de carbohidratos los resultados fueron los siguientes: 17/29 (59%) tubos dieron positivo a arabinosa y negativo a lactosa, identificándose la cepa de *Lactobacillus acidophilus* (Anexo 1 – figura 6), 5/29 (17%) tubos dieron negativo a arabinosa y positivo a lactosa, identificándose la cepa de *Lactobacillus rhamnosus* (Anexo 1 – figura 7), y 7/29 (24%) dieron positivo a arabinosa y positivo a lactosa, identificándose la cepa de *Lactobacillus paracasei* (Anexo 1 - 8).

Por medio del método de recuento de colonias en placas se obtuvo la concentración en unidades formadoras de colonias de cada grupo de viales. Las concentraciones de los grupos de viales difieren mucho, siendo el grupo 10 el de menor concentración con 1×10^9 ufc y el grupo 9 la de mayor concentración con 167×10^9 ufc. Con las concentraciones se calcula la dosis diaria para cada grupo de cuyes (Cuadro 1).

Se utilizaron 32 cuyes machos de raza Perú 0.625-14 de 2 semanas de edad, distribuidos por tratamiento (4), los cuales se les suministro balanceado ad libitum y forraje al 10% de su peso vivo y se controló el peso y consumo de alimento semanal hasta las 9 semanas de edad.

El peso promedio al destete del grupo control fue de 258 gr, en comparación a los del T1 (2.5×10^8 ufc) que fue de 281 gr, del T2 (2.5×10^9 ufc) fue de 288 gr y el T3 (2.5×10^{10} ufc) fue de 315 gr (Cuadro 2). El promedio del peso final fue de 913 gr para el grupo control, en comparación al de los tratamientos, que fueron 921 gr para T1, 933 gr para T2 y 947 gr para T3 (Cuadro 2). Se observa un mayor peso al destete y a las 9 semanas del T3, mientras que el grupo control tuvo el menor peso al destete y después de 9 semanas. (Figura 18)

El incremento de peso total y diario fue de 654.8 gr y 13.4 gr para el grupo control, en comparación a los del T1 que fue de 640.5 gr y 13.1 gr, 644.8 gr y 13.2 gr para el T2; y 632 gr y 12.9 gr para el T3 (Cuadro 3). Se observa que el grupo control fue el que tuvo el mayor incremento de peso diario y durante las 9 semanas a comparación de los grupos tratamientos, donde el T3 tuvo un menor incremento de peso diario y total (Figura 19, 20 y 21).

La conversión alimenticia promedio del grupo control fue de 2.52, mientras que el de T1 fue de 2.90, de T2 fue de 2.83 y de T3 fue de 3.11 (Cuadro 4). Se aprecia que el grupo control tuvo las conversiones alimenticias más bajas a lo largo de las semanas, mientras que el T2 y T3 obtuvieron las conversiones más altas (Figura 22).

El rendimiento de carcasa promedio del grupo control fue de 72.2 %, mientras que los calculados en T1 fue de 73.6 %, de T2 fue de 72.3 % y de T3 fue de 71.9 % (Cuadro 5; Figura 23). Se observa que el T1 obtuvo el mayor y el T3 el menor rendimiento de carcasa.

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) entre el control y los tratamientos para la diferencia para las variables: pesos semanales, incrementos de pesos totales y diarios, conversión alimenticia y los rendimientos de carcasa.

Para el ANOVA de los pesos semanales, se halló un $P= 0.911$ que es mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los promedios de pesos semanales (Cuadro 6 y 7).

Para el ANOVA de los incrementos de pesos semanal, se halló un $P= 0.986$ que es mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los promedios de incremento de pesos semanales (Cuadro 8 y 9).

Para el ANOVA de los incrementos de pesos diario y totales, se halló un $P= 0.960$ y $P= 0.959$ respectivamente, que son mayores a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los incrementos de pesos diario y totales (Cuadro 10 y 11).

Para el ANOVA de la conversión alimenticia, se halló un $P= 0.085$ que es mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los promedios de la conversión alimenticia (Cuadro 12 y 13).

Para el ANOVA del rendimiento de carcasa, se halló un $P= 0.785$ que es mayor a 0.05, por lo tanto no existe diferencia entre los rendimientos de carcasa (Cuadro 14 y 15).

Al momento del beneficio se observó que en el 100% (11/11) de los órganos internos de los animales no presentaban lesiones macroscópicas (Anexo 1 – figura 17).

Se realizaron cultivos bacterianos de los grupos control y tratamiento; en el grupo T1 100% (2/2) dieron positivo a *E. coli*; en el grupo T2 66.7% (2/3) dieron positivo a *E. coli*, mientras el 33.3% (1/3) no registro crecimiento bacteriano; en el grupo T3 los resultados fueron idénticos al grupo T2. Estos resultados difieren del grupo control que dieron positivo a *Salmonella* en el 100% (1/1) (Cuadro 16).

Cuadro 1: Concentración de *Lactobacillus spp.* de grupos de viales en ufc y dosis de los grupos tratamientos

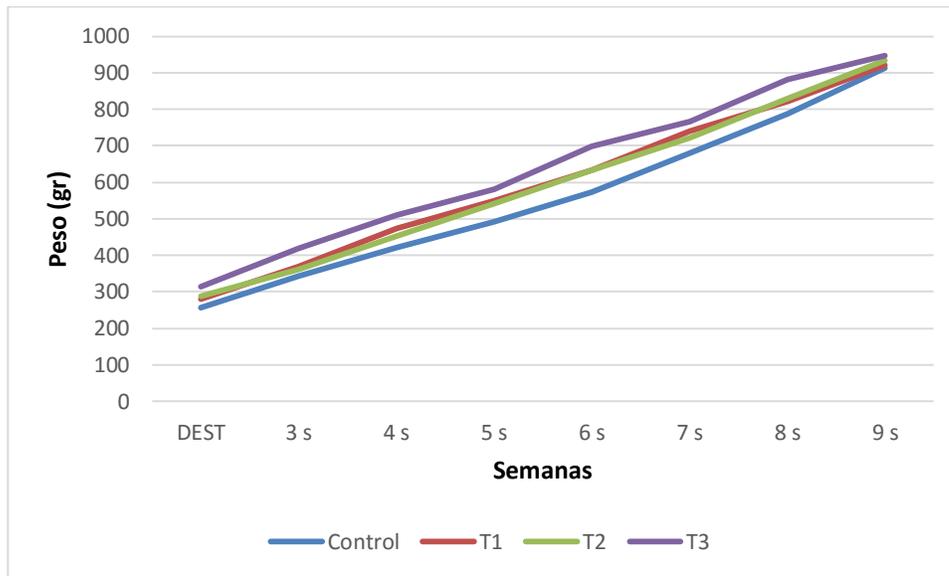
Vial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Concentración (10 ⁹ ufc/ml)	8	27	3	13	115	75	27	10	167	1	73
T1 2.5 x 10 ⁸ *	0.03	-	0.08	0.02	-	-	-	0.02	-	0.25	-
T2 2.5 x 10 ⁹ *	0.3	0.09	0.8	0.19	0.02	0.03	0.09	0.2	0.02	-	0.03
T3 2.5 x 10 ¹⁰ *	-	0.9	-	-	0.22	0.3	0.9	-	0.15	-	0.3

*Los tratamientos están en mililitros

Cuadro 2: Promedios de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probióticos y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	PESOS (gr)							
	DEST	3 s	4 s	5 s	6 s	7 s	8 s	9 s
Control	258	342	421	491	574	680	788	913
T1	281	370	473	550	633	740	822	921
T2	288	362	454	540	632	722	830	933
T3	315	420	509	582	698	766	881	947

Figura 18: Promedios de pesos semanales acumulados de cuyes en tratamiento con probióticos y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.



Cuadro 3: Promedios de incrementos de pesos diario, semanal y total de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	INCREMENTO DE PESOS							Total	Diario
	3 s	4 s	5 s	6 s	7 s	8 s	9 s		
Control	84.38	78.38	70.5	82.5	106.25	107.75	125	654.75	13.4
T1	89.38	102.88	76.75	83.88	106.75	82.13	98.75	640.5	13.1
T2	73.88	92.13	86.5	91.63	90.5	107.5	102.63	644.75	13.2
T3	104.25	89.25	73	116.25	68.25	114.25	66.75	632	12.9

Figura 19: Promedios de incrementos de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

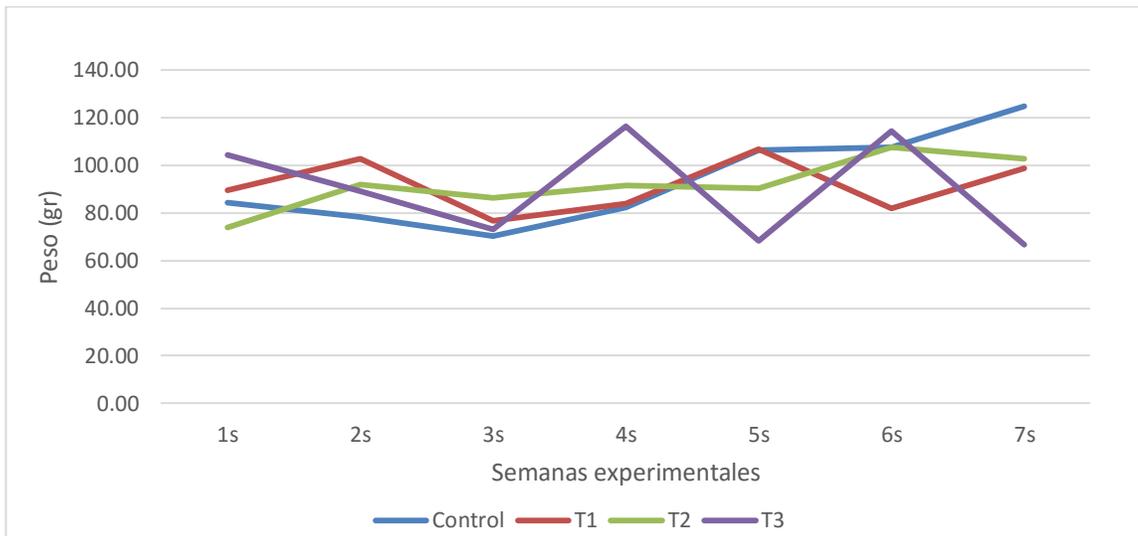


Figura 20: Promedios de incrementos de pesos totales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

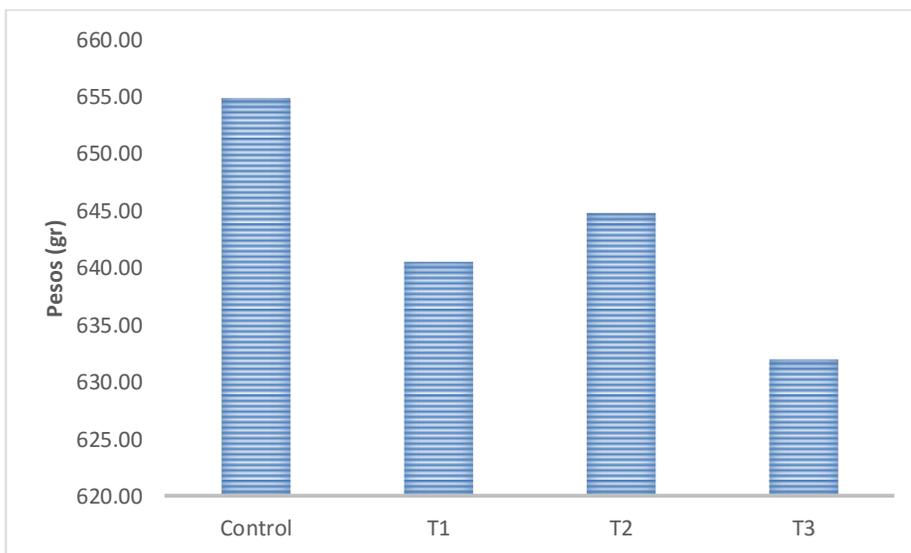
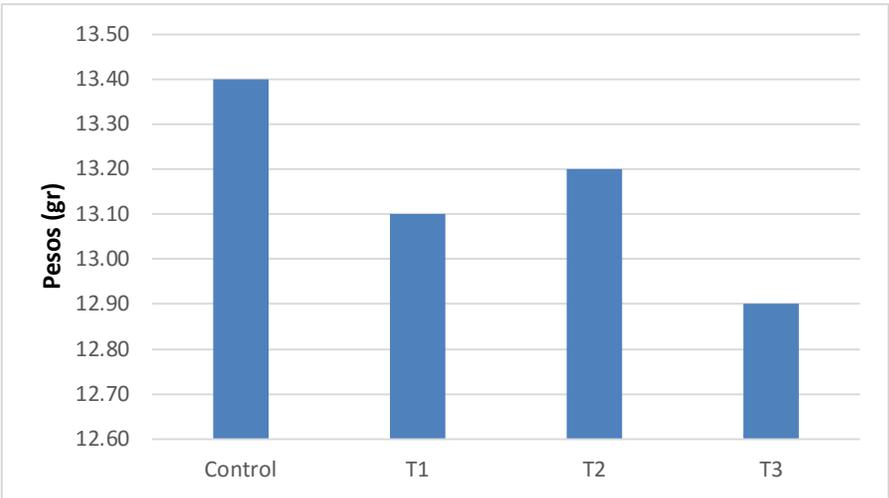


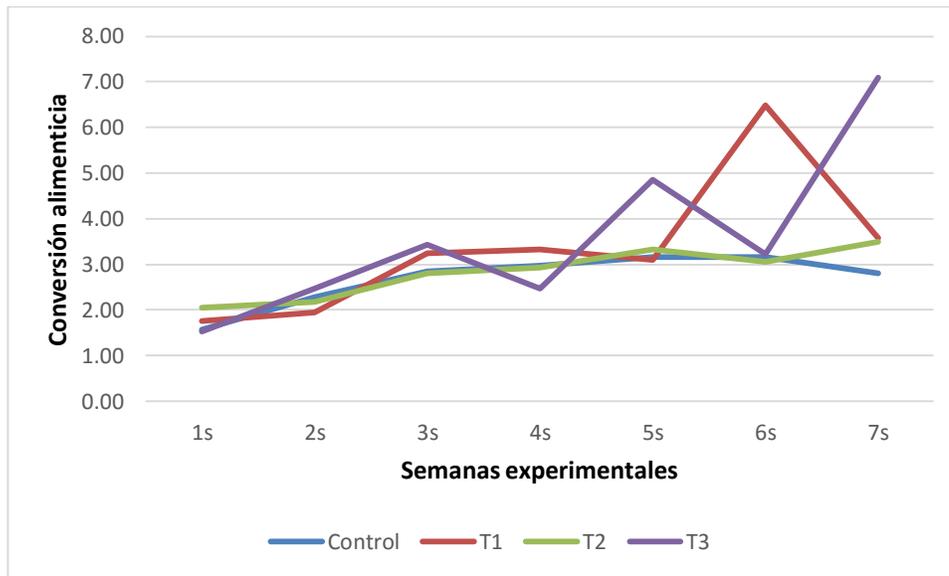
Figura 21: Promedios de incrementos de pesos diarios de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.



Cuadro 4: Promedios de la conversión alimenticia final por repetición de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

		CONVERSIÓN ALIMENTICIA
CONTROL	R1	2.47
	R2	2.61
	R3	2.47
	R4	2.53
T1	R1	2.85
	R2	3.33
	R3	2.93
	R4	2.48
T2	R1	3.02
	R2	2.88
	R3	2.87
	R5	2.56
T3	R1	3.45
	R2	3.41
	R4	3.03
	R5	2.55

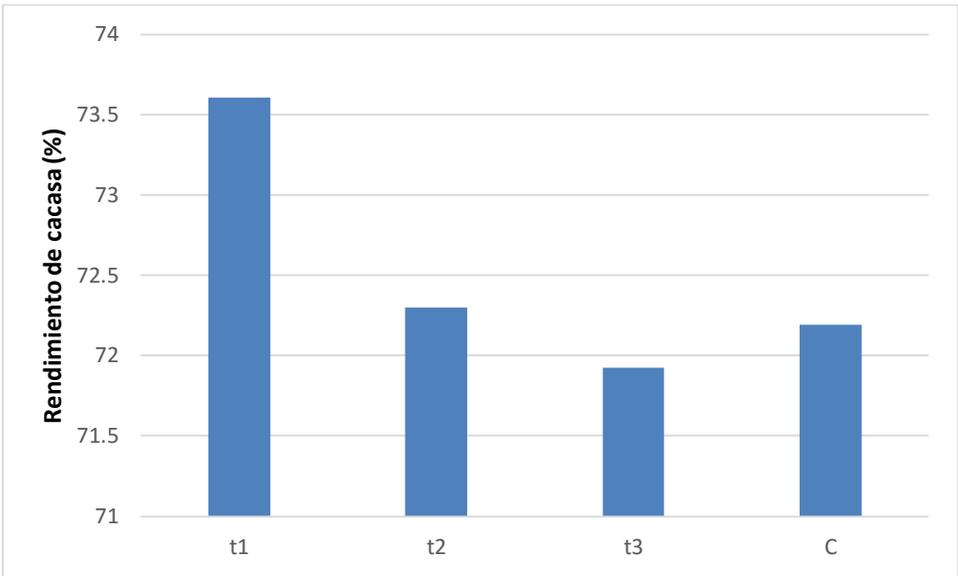
Figura 22: Promedios de la conversión alimenticia semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.



Cuadro 5: Rendimientos de carcasa de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

RENDIMIENTO DE CARCASA (%)	
CONTROL	73.73
CONTROL	71.73
CONTROL	71.11
T1	70.7
T1	77.39
T2	72.72
T2	72.93
T2	71.25
T3	71.83
T3	73.65
T3	70.28

Figura 23: Promedio de los rendimientos de carcasa de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.



Cuadro 6: Datos descriptivos de los promedios de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	8	558,38	224,874	79,505	370,38	746,37	258	913
T 1	8	598,75	222,419	78,637	412,80	784,70	281	921
T 2	8	595,13	226,278	80,001	405,95	784,30	288	933
T 3	8	639,75	222,364	78,617	453,85	825,65	315	947
Total	32	598,00	214,880	37,986	520,53	675,47	258	947

Cuadro 7: ANOVA de los promedios de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26,576,250	3	8,858,750	,177	,911
Dentro de grupos	1,404,799,750	28	50,171,420		
Total	1,431,376,000	31			

Cuadro 8: Datos descriptivos de los promedios de incremento de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	7	935,371	1,966,238	743,168	753,525	1,117,218	70,50	125,00
T 1	7	915,029	1,142,036	431,649	809,408	1,020,649	76,75	106,75
T 2	7	921,100	1,090,986	412,354	820,201	1,021,999	73,88	107,50
T 3	7	902,857	2,153,603	813,985	703,682	1,102,032	66,75	116,25
Total	28	918,589	1,567,910	296,307	857,792	979,386	66,75	125,00

Cuadro 9: ANOVA de los promedios de incrementos de pesos semanales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	38,369	3	12,790	,047	,986
Dentro de grupos	6,599,156	24	274,965		
Total	6,637,524	27			

Cuadro 10: Datos descriptivos de los incrementos de pesos diarios y totales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

		N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
						Límite inferior	Límite superior		
Incremento total	Control	4	654.75	35.084	17.542	598.92	710.58	613	693
	T1	4	640.50	72.767	36.383	524.71	756.29	579	737
	T2	4	644.75	39.778	19.889	581.46	708.04	601	694
	T3	4	632.00	79.716	39.858	505.15	758.85	572	744
	Total	16	643.00	54.444	13.611	613.99	672.01	572	744
Incremento diario	Control	4	13.350	.7000	.3500	12.236	14.464	12.5	14.1
	T1	4	13.050	1.4821	.7411	10.692	15.408	11.8	15.0
	T2	4	13.175	.8180	.4090	11.873	14.477	12.3	14.2
	T3	4	12.900	1.6269	.8134	10.311	15.489	11.7	15.2
	Total	16	13.119	1.1089	.2772	12.528	13.710	11.7	15.2

Cuadro 11: ANOVA de los incrementos de pesos diarios y totales de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Incremento total	Entre grupos	1073.500	3	357.833	.099	.959
	Dentro de grupos	43388.500	12	3615.708		
	Total	44462.000	15			
Incremento diario	Entre grupos	.437	3	.146	.097	.960
	Dentro de grupos	18.008	12	1.501		
	Total	18.444	15			

Cuadro 12: Datos descriptivos de las conversiones alimenticias de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	4	2.5200	.06633	.03317	2.4145	2.6255	2.47	2.61
T1	4	2.8975	.34865	.17433	2.3427	3.4523	2.48	3.33
T2	4	2.8325	.19414	.09707	2.5236	3.1414	2.56	3.02
T3	4	3.1100	.41857	.20928	2.4440	3.7760	2.55	3.45
Total	16	2.8400	.33973	.08493	2.6590	3.0210	2.47	3.45

Cuadro 13: ANOVA de las conversiones alimenticias de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.715	3	.238	2.812	.085
Dentro de grupos	1.017	12	.085		
Total	1.731	15			

Cuadro 14: Datos descriptivos de los rendimientos de carcasa de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Control	3	73.6033	3.43136	1.98110	65.0794	82.1273	70.70	77.39
T1	2	72.0900	1.18794	.84000	61.4168	82.7632	71.25	72.93
T2	3	71.9200	1.68680	.97388	67.7298	76.1102	70.28	73.65
T3	3	72.1900	1.36923	.79053	68.7886	75.5914	71.11	73.73
Total	11	72.4836	1.99205	.60063	71.1454	73.8219	70.28	77.39

Cuadro 15: ANOVA de los rendimientos de carcasa de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5.283	3	1.761	.358	.785
Dentro de grupos	34.400	7	4.914		
Total	39.683	10			

Cuadro 16: Resultados de los cultivos bacterianos de cuyes en tratamiento con probiótico y control del periodo de Abril a Octubre del 2015 en el INIA, Lima.

Organismo aislado	
CONTROL	<i>Salmonella sp.</i>
T1	<i>E. coli</i>
T1	<i>E. coli</i>
T2	-
T2	<i>E. coli</i>
T2	<i>E. coli</i>
T3	<i>E. coli</i>
T3	-
T3	<i>E. coli</i>

VI Discusión

En producción, la investigación es una rama importante para mejorar la calidad y sanidad de productos de consumo humano, y las investigaciones en el país en cuyes deben tener como fin el maximizar los parámetros productivos de esta especie, en especial en pequeñas producciones y crianzas familiares.

En la experimentación se demuestra que los grupos tratamientos no obtuvieron resultados favorables a comparación del grupo control que estuvo sometido al mismo manejo que los tratamientos; uno de los factores pudo ser por el manejo diario al darles el probiótico vía oral a cada cuy, lo que genera estrés en el animal.

Un estudio realizado por Galdeano y Perdígón (2004), reportaron que los *Lactobacillus* se adhieren a la mucosa intestinal y resisten a la bilis, ya que en estudios realizados en ratones de seis semanas se encontró bacterias probióticas presentes en el lumen del intestino o en la superficie apical de las células epiteliales, pero al momento de sembrar heces en medio específico y realizar el conteo, no se pudo determinar si las bacterias eran provenientes de la flora bacteriana o del probiótico que se suministró. Estos resultados concuerdan con el presente estudio realizado en cuyes, es posible que el *Lactobacillus* haya sobrevivido el paso por el estómago e intestino delgado, igual , pero parece que al llegar al ciego no es beneficioso a la absorción y

fermentación bacteriana, tal vez por ser una cepa proveniente de un yogurt comercial y no una cepa de la misma flora bacteriana del cuy, a diferencia de Hernández y Cobos (2004), que utilizaron bacterias probióticas propias del ciego de conejo y mostraron potencial para mejorar la digestibilidad, fermentación cecal e incrementar la población bacteriana celulolíticas.

El probiótico a base de *Lactobacillus spp.* posiblemente logro inhibir el crecimiento de salmonella por exclusión competitiva, ya que al momento del beneficio de los cuyes en tratamiento no se encontraron lesiones macroscópicas en los órganos (como se esperaría ver abscesos hepáticos en una infección por salmonella), al igual que en el trabajo de Impey y Mead (1989), donde usaron microorganismo procedentes de ciegos de pollos adultos sanos (*Lactobacillus* y *Bacillus*) y lo desafiaron con una cepa de *Salmonella typhimurium*, y lograron disminuir el número de colonias de Salmonella y otras bacterias enteropatógenas en ciegos de pollos de engorde. Otro factor puede ser el manejo de grupos pequeños (2 cuyes por poza) que se les dio a los cuyes en el experimento, donde se limpiaban los comederos y bebederos todos los días.

Nurmi (1973) logro un mejor balance microbiano del tracto digestivo en pollos de engorde, en un experimento donde suministro a pollos recién eclosionados, flora intestinal de aves adultas saludables y como resultado los pollos tuvieron un rápido establecimiento de su flora bacteriana. El mismo experimento podría ser aplicado en cuyes recién nacidos para establecer una rápida flora bacteriana saludable y evitar enfermedades gastrointestinales.

VII Conclusiones

Mediante los datos obtenidos con el análisis, se concluye que el *Lactobacillus spp.* no tiene efecto en el incremento de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes en fase de cría y recría.

Al beneficio los cuyes tratados con *Lactobacillus spp.* mostraron órganos sin lesiones macroscópicas que determinan infección por *Salmonella*.

Con los resultados de los cultivos bacterianos, se determinó que el *Lactobacillus spp.* posiblemente tiene la capacidad de inhibir el crecimiento de *Salmonella spp.* mediante exclusión competitiva.

Se concluye que con un manejo de grupos pequeños (2 cuyes por poza) mejora la bioseguridad lo que conlleva a una mejor sanidad.

VIII Recomendaciones

Probar cepas probióticas provenientes del ciego de cuyes sanos para evaluar los parámetros productivos.

Probar cepas probióticas provenientes de ciego de cuyes sanos en cuyes recién nacidos para instaurar una rápida flora bacteriana sana.

Probar cepas probióticas en hembras en reproducción.

Tipificar el tipo o género de *Salmonella* aislada.

Determinar cómo influyen los probióticos en la calidad de la carne de cuy.

IX Referencias Bibliográficas

Imba E., Tallana L. Aceptabilidad de bagazo de caña, rastrojo de maiz y tamo de cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maiz en cobayas de engorde (*cavia porcellus*) en la granja La Pradera-Chaltura. Universidad Técnica del norte. Ibarra – Ecuador, 2011. [Acceso 23 de junio de 2014]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/778>

Chauca L. Producción de cuyes (*cavia porcellus*). Departamento de Agricultura. La Molina, Perú, 1997.

Arenaza F. Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de alga (*Chara globulares*) en el cuy (tesis de titulación). Facultad de Zootecnia de la Universidad Agraria de La Molina. Tesis UNALM. Lima, Perú. 1996.

Gomez C., Vergara V. Fundamentos de nutrición y alimentación. Serie guía didáctica sobre crianza de cuyes. INIA-CIID. Lima, Perú. 1993.

Guarner F., Garish J., Gangl A. Probióticos y prebióticos. Guías prácticas de la Organización mundial de Gastroenterología. 2008; p. 22-4.

Dunne C., Murphy L. and Flynn. Probiotics: from myth to reality. Demonstration of functionality in animal models of disease and in human clinical trials. *Antonie van Leeuwenhoek*. 1999. Jul-Nov; 76(1-4):279-92.

Collins J., La Ragione R, Woodward M., Searle L. Application of prebiotics and probiotics in livestock. In: *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*. Charalampopoulos D.; Rastall R.A. (Eds.). Springer. 2009.

Buddington R. Using probiotic and prebiotic to manage the gastrointestinal tract ecosystem. *Prebiotics and Probiotics Science and Technology*. Charalampopoulos, D.; Rastall, R.A. (Eds.). Springer. 2009; p. 1-31.

Collado M., Su.rono I., Meriluoto J., Salminen S. Indigenous dadih lactic acid bacteria: cell-surface properties and interactions with pathogens. *Journal of Food Science*. 2007; 72: 89-93.

Riddell J., Gallegos A., Harmon D., McLeod K. Adición del probiótico *Bacillus* a una dieta de terneros: influencia en crecimiento, salud y parámetros sanguíneos. *Internation Journal of Applied Research Veterinary Medicine*. 2010. Vol. 8: p. 78-85

Gaggia F., Mattarelli P., Biavati B. Probióticos y prebióticos en alimentación animal para un producción segura de comida. *International Journal of Food Microbiology* 2010. Vol 141; p. 15–28.

Soccol C, Vandenberghe L., Spier M., Medeiros A., Yamaguishi C., Lindner J, Pandey A. El potencial de los probióticos: resumen. *Food Technology and Biotechnology*. 2010; 48: p. 413–434.

Colin-Alvarez, L.; Morales-Barrera, E.; Avila-Gonzalez, E. Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *Veterinaria México* 1994. vol 25; p. 141-144.

Corcionivoschi N., Drinceanu D., Mircea Pop I., Stack D., Ștef L., Julean C., Bourke B. El efecto de los probióticos en salud animal. *Animal Science and Biotechnologies* 2010; 43: p. 35-41.

Brown M. Mecanismos de acción de los probióticos: recientes desarrollos. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2011. Vol 10; p. 1895-1900.

Ishibashi N., Yamazaki S. Probióticos y seguridad. *American Journal of Clinical Nutrition* 2001. Vol 73: p. 465S–470S.

Roy K., Langerholc T., Cencic A. Potential role of probiotics for sustainability in rural India. *Revija za geografijo - Journal for Geography* 2010; 5-2: p. 121-128.

Patterson J., Burkholder K. Aplicación de probióticos y prebióticos en avicultura. *Poultry Science* 2003. Vol 82: p. 627–631.

Kechagia M., Basoulis D., Konstantopoulou S., Dimitriadi D., Gyftopoulou K., Skarmoutsou N., Fakiri E. Beneficios saludables de los probióticos: resumen. *ISRN Nutrition* 2013; 1: p. 1-45

Kyriakis S., Tsiloyiannis V., Vlemmas J., Sarris K., Tsinas A., Alexopoulos C., Jansegers L. The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Research in Veterinary Science* 199; 67: p. 223–228.

Maldonado-Galdeano C., Perdígón G. Viabilidad de cepas probióticas en su persistencia y estimulación inmune en la mucosa intestinal. *Revista de Microbiología aplicada*. 2004. Vol 97: p. 673–681.

Lutful-Kabir S. Probióticos en la industria avícola. *International Journal of Molecular Sciences* 2009. Vol 10: p. 3531-3546.

Milenkovic M., Milanovic V., Milosevic B., Stefanovski S. Paquete de probióticos en los piensos para cerdas y lechones: efecto sobre el peso corporal inicial de lechones. *Macedonian Journal of Animal Science* 2011. Vol 1: p. 347–450.

Wannaprasat W., Koowatananukul C., Ekkapobytin C., Chuanchuen R. Quality analysis of commercial probiotic products for food animals. *Southeast Asian Journal of Tropical Medical Public Health*. 2009. Vol 40: p. 1103-1112.

Simon O., Jadamus A., Vahjen W. Probiotic feed additives—effectiveness and expected modes of action. *J Anim Feed Sci*. 2001. 10: 51–67.

Vadillo S, Píriz S, Mateos E. *Manual de Microbiología Veterinaria*. 1ra ed. Madrid: McGraw-Hill, 2002.

Bernardeau M., Guguen M., Vernoux J. Beneficial lactobacilli in food and feed: long-term use, biodiversity and proposals for specific and realistic safety assessments. *Laboratoire de Microbiologie Alimentaire, ISBIO, Université de Caen Basse-Normandie, Caen, France*. 2005.

Molina M. Efecto probiótico de *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. *Escuela Politécnica del Ejército*. Quito, Ecuador. 2008.

Jara N. Evaluación de un aditivo multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Universidad Agraria de La Molina, Facultad de Zootecnia. Lima, Perú. 2013.

Proyectos Peruanos. Crianza Pecuaria [sede web]. Proyectos Peruanos 2014- actualizada el 22 de Diciembre del 2014; acceso 14 de enero del 2014. Disponible en: <http://www.proyectosperuanos.com>

Brambilla G., De Filippis S. Trends in animal feed composition and the possible consequences on residue tests. Analytica Chimica, 2005. Acta 529: p. 7–13.

Organización mundial de la Salud. Farmacorresistencia [sede web] . OMS 2014- actualizada el 6 de Marzo del 2014; acceso 3 de junio del 2014. Disponible en: <http://www.who.int>

Sánchez A. Parámetros reproductivos de bovinos en regions tropicales de México. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, México. 2010.

X ANEXO

10.1 Anexo 1

Figura 1 - Placas petri sembradas con *Lactobacillus spp.* dentro de la campana de anaerobiosis



Figura 2 – Placa con colonias de *Lactobacillus spp.* Se aprecian colonias blanquecinas de forma redonda con relieve



Figura 3 – Vista microscópica del *Lactobacillus* spp. (100x) con tinción gram. Se observan bacilos

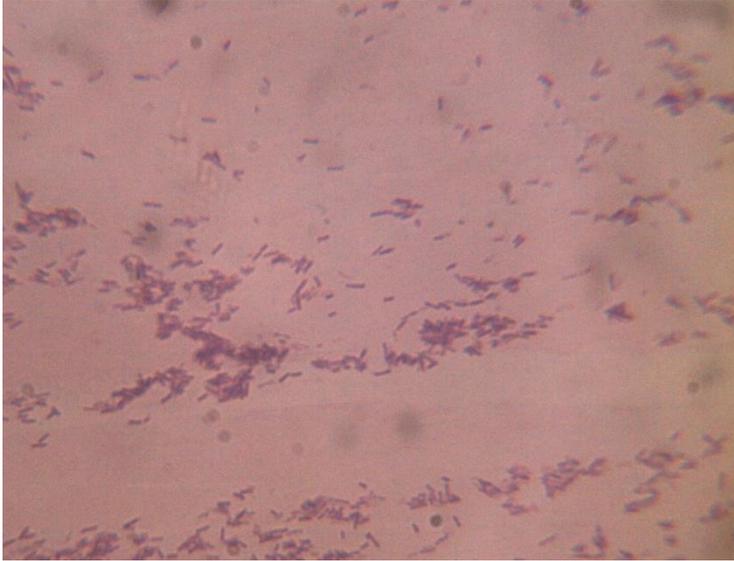


Figura 4 – Prueba de catalasa negativo (ausencia de formación de burbujas) para *Lactobacillus* spp.



Figura 5 – Agar semisólido en tubos saturados de Arabinosa (frente) y Lactosa (atrás) para prueba de fermentación de carbohidratos

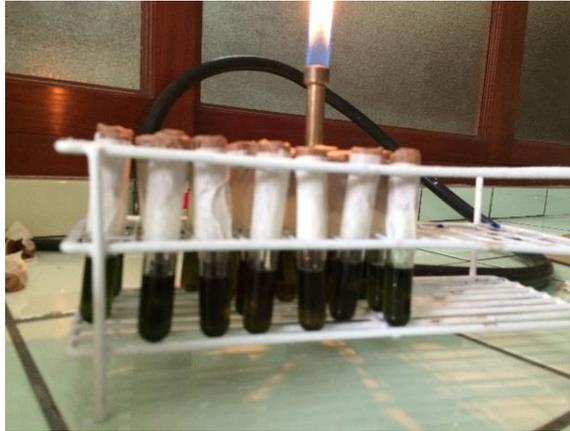


Figura 6 – Fermentación de carbohidratos: (A) control de arabinosa, (B) arabinosa positivo, (C) control de lactosa, (D) lactosa negativo; identificación de *Lactobacillus acidophilus*



Figura 7 – Fermentación de carbohidratos, (A) control de arabinosa, (B) arabinosa negativo, (C) control de lactosa, (D) lactosa positivo; identificación de *Lactobacillus rhamnosus*

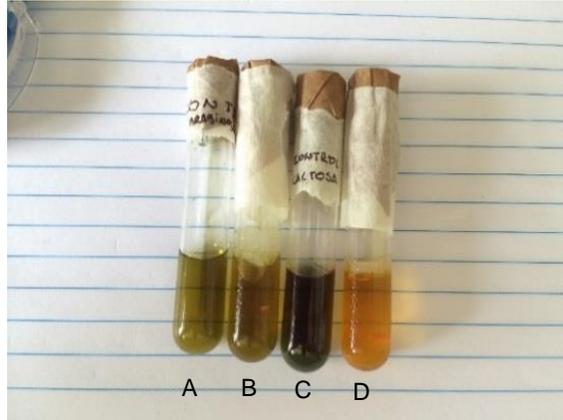


Figura 8 – Fermentación de carbohidratos: (A) control de arabinosa, (B) arabinosa positivo, (C) control de lactosa, (D) lactosa positivo; identificación de *Lactobacillus paracasei*



Figura 9–Liofilizadora (Bioservice) a -20 °C procesando las muestras



Figura 10 – Viales después de la liofilización



Figura 11 – Diluciones seriadas de los viales para determinar la concentración del probiótico (UFC), se utilizó la última dilución (10^9)



Figura 12 – Recuento de colonias viables en placa a las 48 horas después del sembrado

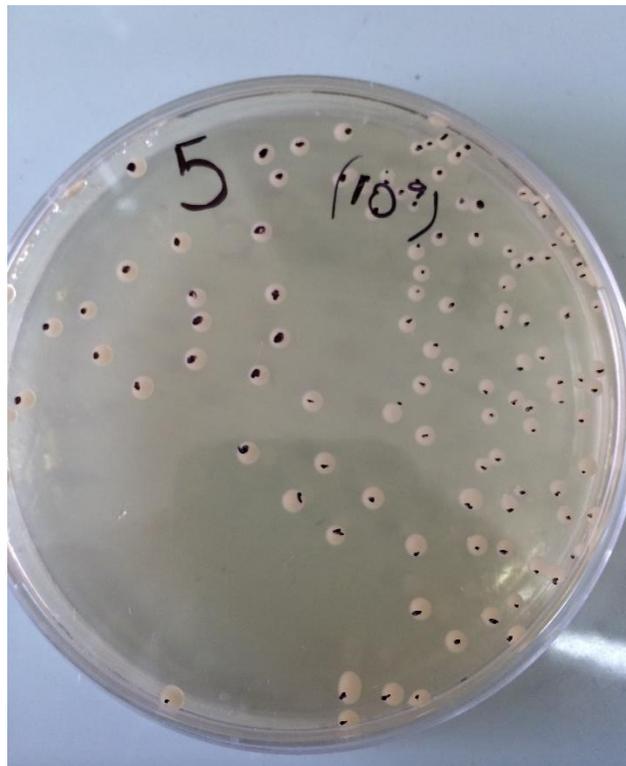


Figura 13 – Adición vía oral del probiótico a los cuyes



Figura 14 –Pesaje semanal de los cuyes en balanza electrónica



Figura 15 – Deshidratación de concentrado y forraje (chala) para la determinación de la materia seca



Figura 16 –Pesaje de la carcasa para el cálculo del rendimiento de carcasa



Figura 17 – Necropsia de cuyes en experimentación, órganos sin lesiones macroscópicas



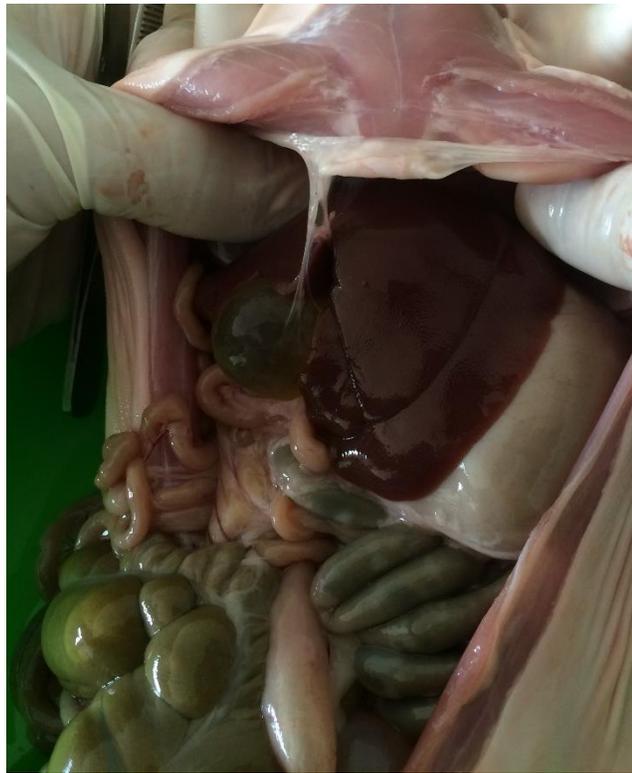
Grupo Control: código 3571



Grupo T1: código 3985



Grupo T2: código 3978



Grupo T3: código 4125

