



Efecto de bioaditivos en indicadores bioproductivos de cobayas (*Cavia porcellus*) nulíparas y sus crías

José Miranda-Yuquilema^{1,2*} ; Juan Taboada-Pico² ; Wilfrido Briñez-Briñez³ .

¹Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Agroindustrias. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

²Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Azuay, Ecuador.

³Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia, Maracaibo, República Bolivariana de Venezuela.

*Correspondencia: josee.miranda@unach.edu.ec

Recibido: Noviembre 2021; Aceptado: Julio 2022; Publicado: Septiembre 2022.

RESUMEN

Objetivo. evaluar el efecto de bioaditivos sobre los indicadores bioproductivos de cobayas (*Cavia porcellus*) nulíparas y sus crías. **Materiales y Métodos.** Se emplearon un total de 40 cobayas nulíparas mejoradas, con 125 días de edad, 1450 g de peso vivo, repartidas en cuatro grupos de 10 cobayas cada uno. T1, Control (dieta basal sin aditivo); T2, bioaditivo con *Lactobacillus acidophilus*. T3, bioaditivo con *Kluyveromyces fragilis* y T4, bioaditivo con *L. acidophilus* y *K. fragilis*. Mediante un diseño completamente aleatorizado se evaluó: ganancia de peso durante la gestación, edad al primer parto, el porcentaje de fertilidad, índice de concepción, salud y los valores de hemoglobina, hematocrito, y volumen corpuscular media. **Resultados.** En los animales que consumieron bioaditivo T4, la ganancia de peso durante la gestación fue superior ($p < 0.05$); la edad al primer parto se redujo ($p < 0.05$); el porcentaje de fertilidad e índice de concepción fue mejor ($p < 0.05$) y la ocurrencia de diarrea fue menor ($p < 0.05$) en el grupo T4. Los valores hematológicos se mejoraron en todos los grupos que consumieron biopreparados. **Conclusiones.** Aditivos con *L. acidophilus* y *K. fragilis* mejoraron los indicadores productivos y reproductivos en cobayas primíparas. Además, interviene en el mejoramiento de la salud y los valores hematológicos.

Palabras clave: *Lactobacillus acidophilus*; *Kluyveromyces fragilis*; indicadores reproductivos; hemograma; salud (Fuente: Tesoro de biología animal IEDCYT).

ABSTRACT

Objective. evaluate the effect of bioadditives on the bioproductive indicators of nulliparous guinea pigs (*Cavia porcellus*) and their offspring. **Materials and methods.** A total of 40 improved nulliparous guinea pigs, 125 days old, 1450 g live weight, were used, divided into four groups of 10 guinea pigs each. T1, Control (basal diet without additive); T2, bioadditive with *Lactobacillus acidophilus*. T3, bioadditive with *Kluyveromyces fragilis* and T4, bioadditive with *L. acidophilus* and *K. fragilis*. A completely randomized design was used where weight gain during pregnancy, age at first delivery, percentage of fertility, conception index, health, and values of hemoglobin, hematocrit and mean

Como citar (Vancouver).

Taboada-Pico J, Briñez-Briñez W, Miranda-Yuquilema J. Efecto de bioaditivos en indicadores bioproductivos de cobayas (*Cavia porcellus*) nulíparas y sus crías. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(3):e2547. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2547>



©El (los) autor (es) 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

corpusecular volume were evaluated. **Results.** In animals that consumed bioadditive T4, weight gain during pregnancy was greater ($p < 0.05$); the age at first delivery was reduced ($p < 0.05$); the fertility percentage and the conception index were better ($p < 0.05$) and the occurrence of diarrhea was lower ($p < 0.05$) in the T4 group. Hematological values improved in all groups that consumed biopreparations. **Conclusions.** The additives with *L. acidophilus* and *K. fragilis* improved the productive and reproductive indicators in primiparous guinea pigs. In addition, it intervenes in the improvement of health and hematological values.

Keywords: *Lactobacillus acidophilus*; *Kluyveromyces fragilis*; reproductive indicators; hemogram; health (Source: Tesouro de biología animal IEDCYT)

INTRODUCCIÓN

La producción de la carne de cobayo en los países andinos (Bolivia, Ecuador y Perú) incrementó significativamente en la última década, el aumento de consumo de este producto en la población local, así como su creciente exportación para Estados Unidos de América (EEUU) y Europa son las razones de este incremento (1,2). Según Jurado et al (3) el consumo de la carne de cuy en Ecuador se aproxima a 13 millones de animales por año, con 2.1 kg peso en pie, que representa 26.590 toneladas (t) de carne consumido al año. Según, Canto et al (2) y Núñez (4) en Ecuador el consumo per cápita de la carne de cobayo es de 700 - 800 g por persona por año.

En el continente, Perú es el país de la región con mayor exportación de la carne de cuy al mundo (71.3%); mientras que, Ecuador registra el 28.7% de exportaciones (5,6). El alto movimiento migratorio de sudamericanos para los Estados Unidos y España abrió el mercado para este producto y el consumo de esta carne aumenta paulatinamente. En la actualidad en los EEUU se consume aproximadamente 105.7 t / año, mientras que en España 188.8 t anualmente (7). Sin embargo, la producción de carne cobayos en los países productores de esta especie aún es bajo (5.067.749 animales/año), ya que la mayor parte de esta producción solamente abastece en parte a la demanda local (8,9,10)

Los productores pecuarios con el objeto de producir mayor número de animales (bovinos, cerdos, pollo, cuyes, entre otros) por área, así palear la demanda productiva. En la mayoría de las industrias pecuarias utilizaban los antibióticos promotores de crecimientos (APC's), debido a que estos aditivos ayudaban a mejorar la ganancia de peso, y a su vez reducían la morbilidad y mortalidad en los animales, convirtiéndose en una de las alternativas económicas en la producción animal (2,11). Sin embargo, el uso excesivo de estos productos ocasionó una

problemática para la salud del consumidor final, ya que diversos estudios (6,9,12) confirman posibles residuos de los antibióticos presentes en los productos finales de origen animal como la leche, la carne y los huevos (13), lo que podría generar resistencia a ciertos antibióticos que son utilizados en el tratamiento de las personas (2). Lo anterior genera alteración de la microbiota intestinal, al ocasionar disminución de bacterias que compiten con agentes patógenos lo que aumenta el riesgo de enfermedad (11), por otro lado también se asocia a problemas alérgicos y tóxicos (14). La mayoría de los residuos de los APC's generalmente se almacena en el hígado, los músculos, los riñones y en el tejido subcutáneo (carcasas) (7,15).

Una de las alternativas de sustituir los APC's en las industrias pecuarias, es el uso microorganismos con acción probiótica, debido a que estos cumplen en parte la función de un promotor natural del crecimiento, además son capaces de reducir los síntomas de estrés, evidenciándose una clara ventaja sobre los APC, y no tienen tiempo de retiro (16). En este sentido, algunos estudios (11,17), demuestran efectos positivos en el índice productivo de cuyes (11,12,15), sobre todo en el control de los agentes patógenos y en la mortalidad (10), mientras que, durante la lactancia las crías mejoran la ganancia de peso, lo que estaría relacionado de manera indirecta con el aumento de la producción de leche en la madre (7,8,12). En estudio se planteó el siguiente objetivo, evaluar efecto de bioaditivos sobre los indicadores bioproductivos de cobayas (*Cavia porcellus*) nulíparas y sus crías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar. El estudio se desarrolló en la granja pecuaria "La Caldera", parroquia Sidcay, Cantón Cuenca, Provincia Azuay, Ecuador. El lugar está localizado a 2° 49' 29.66"LS longitud 78° 58' 16.19"LW, 2 548 msnm (metros sobre el nivel

del mar), temperatura media de 15°C, humedad relativa anual 78% y la precipitación anual de 300–600 mm.

Manejo experimental. *Acondicionamiento del galpón:* Previo a la recepción de los animales, se extremaron medidas de bioseguridad basándose en la metodología empleada por N'Goran et al (18), lo que permitió el control zoonosario de las cobayas durante el estudio. Para el efecto se empleó glutaraldeído, amonio cuaternario y alcohol isopropílico (Viroguard® Lima, Perú) en dosis de 3 centímetros cúbicos (cc)/litros (L) como desinfectante, según lo descrito por Sánchez et al (19).

Animales empleados. Se emplearon un total de 40 cobayas primíparas comerciales, peso vivo (PV) 1450 ± 50 gramos (g) pesados en una báscula (Camry, China) de 5 Kg con error ± 0.25 g de capacidad, y 125 ± 5 días de edad.

Activación de los microorganismos y obtención de los Bioaditivo. Para fermentar los sustratos se utilizaron las cepas ATCC (American Type Cultures Collection, EEUU): *L. acidophilus* y *K. fragilis*. Para la activación de las cepas que provenían en formato liofilizado y posterior obtención de las biomasas microbianas se siguió lo descrito por Miranda et al (20).

Los sustratos obtenidos a partir de residuos agroindustriales provenientes del Laboratorio de Agroindustrias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, recibieron tratamiento físico previo a la mezcla. Los bioaditivos en estudio (Tratamiento 2, 3 y 4) se obtuvo mediante la mezcla, compuesto por: 30% melaza de caña de azúcar, 60% mosto de vinaza y 10% de biomas previamente obtenidos por Miranda et al (20). Después de realizar la mezcla en los porcentajes anteriormente mencionado, se homogeneizó para seguidamente fermentar durante 48 horas a 37 ± 2°C, según las indicaciones descritas por Miranda et al (20). En el tratamiento T2, sustrato fermentado con *L. acidophilus*. T3, sustrato fermentado con *K. fragilis* y T4, sustrato fermentado con *L. acidophilus* y *K. fragilis*.

Diseño experimental y tratamientos. se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones. Las cobayas reproductoras fueron distribuidas en cuatro grupos de 10 animales cada uno. Los bioaditivos con acción probiótica se suministraron a las hembras reproductoras de los tratamientos T2, T3 y T4

diariamente inoculados en la dieta basal a las 07:00, como se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el estudio

Grupos	Variantes de los tratamientos
T1	Dieta basal sin probiótico
T2	Dieta basal más 1.00 mL de bioaditivo con <i>L. acidophilus</i> (7.4 x10 ⁶ UFC/mL)
T3	Dieta basal más 1.00 mL de bioaditivo con <i>K. fragilis</i> (7.4 x10 ⁶ UFC/mL)
T4	Dieta basal más 1.00 mL de bioaditivo con <i>L. acidophilus</i> y <i>K. fragilis</i>

Alojamiento y dieta basal. Las cobayas estuvieron alojadas en corrales colectivos de 2.00 metros cuadrado (m²), piso de cemento y cama de cáscara de arroz (*Oryza sativa*), con una densidad de 10 hembras por m². La dieta basal empleada a las cobayas estuvo compuesta por 20% alfalfa + 30 % maralfalfa + 25% rey grass y 25% de granos de cebada más 0.03 g de Vitamina C por animal. Cada cobaya reproductora recibirá 200 g de dieta basal previamente formulada; según lo indicado por Szendrő y Dalle (21). Las raciones se ofrecieron dos veces por día en igual proporción, en el horario de 07:00 y 16:00 horas (h). La composición bromatológica de la dieta ofrecida a los animales se describe en la tabla 2; según las recomendaciones descritas en el NRC (22) que cumplen con los requerimientos mínimos establecidos para los cobayos. También se ofreció 50 mL de agua diariamente en bebederos automáticos (Plasson, SKU: 885B722-8, Argentina).

Tabla 2. Composición bromatológica del alimento ofrecido a los animales.

Componentes (%BS)	Dieta basal
Materia seca	60
Proteína cruda	18.35
Proteína verdadera	14.25
Energía (MJ/Kg)	12.65
Grasa cruda	3.52
Cenizas	3.35

BS: base seca

Manejo ambiental. La temperatura del ambiente de la nave y el cuartón se mantuvo a 16 y 18°C, respectivamente. La iluminación del lugar fue controlada con 12 h de luz y la misma

cantidad de oscuridad. La humedad relativa de la nave se mantuvo en 58%. Las pozas de cada tratamiento estuvieron separadas unas de otras, con dos metros de distancia, para evitar la interferencia entre tratamientos. Todas las cobayas y sus crías del estudio recibieron las atenciones veterinarias oportunas según lo descrito por N'Goran et al (18).

VARIABLES EVALUADAS. indicadores productivos: las madres cobayas nulíparas en estudio se pesaron al inicio, también a los 15, 30 y 45 días de gestantes y al parto, con esta información se calculó la ganancia de peso (GP). El pesaje de los animales se realizó en una báscula digital (Camry, China) de 5.00 kg de capacidad con error de ± 3 g.

Indicadores reproductivos. A las hembras reproductoras se evaluaron la edad al primer celo observado, edad a la primera concepción y la edad al primer parto; además, del porcentaje de fertilidad e índice de concepción. Asimismo, se registró el número de gazapos nacidos vivos y muertos, total de crías nacidas por reproductora, el peso de la camada y el peso de los gazapos machos y hembras al nacer.

Casos diarreicos y la cantidad de muertes. las cobayas madres y sus crías de todos los grupos (T1, T2, T3 y T4) se sometieron en un estricto control clínico, según lo descrito por Szendrő y Dalle (21), los cambios de conducta como los trastornos diarreicos y muertes fueron detectadas de forma independiente, debido a que todos los animales fueron identificados con aretes.

Indicadores hematológicos: La toma de muestra de sangre de las cobayas se realizaron al inicio y a los 30 d de gestación, las siete cobayas de cada tratamiento fueron seleccionadas mediante un diseño completamente aleatorizada. Con previa inmovilización de los animales se extrajeron 2.00 mL de sangre a partir de la vena safena lateral. La extracción de la sangre se realizó con una aguja hipodérmica de calibre 22, con 2.5 pulgadas (pulg) de diámetro de profundidad, la sangre fue depositada en tubos vacutainer, con etilendiaminotetraacético (EDTA, PED™, china) y sin él. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio Clínico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, en las tres primeras horas post-obtención, que posteriormente fueron analizados. La evaluación

del perfil hemático consistió en la determinación de hemoglobina (Hb), hematocrito (HCT), y volumen corpuscular media (VCM), según lo descrito por Jurado et al (14).

Análisis estadístico. Los datos obtenidos en el estudio se analizaron mediante el uso de paquete estadístico SPSS v. 26, Windows (23). Mediante el diseño completamente aleatorizado se realizó el análisis de varianza y, en los casos necesarios, se aplicó la dócima de comparación de Duncan para diferenciar entre las medias a $p < 0.05$ (24).

Aspectos éticos. La selección y uso del material biológico empleado (cobayas primíparas, biopreparados con acción probiótica) se realizó de manera oportuna y lo cual permitió la reducción de generar efecto dañino al ambiente. Por otro lado, se dio estricto cumplimiento de la bioética animal durante la manipulación y mantenimiento de los medios biológicos.

RESULTADOS

En la tabla 3 se resume los valores obtenidos en lo que se refiere a los parámetros productivos en las cobayas primíparas. En la evaluación realizada a los 15 d de gestación, no hubo diferencia ($P > 0.05$) de peso vivo entre los tratamientos; mientras que, en el pesaje realizados a los 30 y 45 d de gestación y al parto las hembras que consumieron biopreparados con acción probiótica de los grupos (T2, T3 y T4) obtuvieron mejores ganancias de peso, y de estos el de mayor ($p < 0.05$) peso fue el T4.

Tabla 3. Cambios de peso vivo de las cobayas durante la gestación con la inclusión de probióticos.

Días de gestación, g	Tratamientos				EE	P-valor
	T1	T2	T3	T4		
Inicio	1410	1430	1420	1390	0.10	0.554
15	78.3	80.6	82.3	84.3	0.12	0.542
30	112.7 ^c	113.3 ^{bc}	120.3 ^b	130.4 ^a	0.11	0.024
45	118.3 ^c	135.4 ^{cb}	145.3 ^b	160.4 ^a	0.03	0.031
Parto	520.3 ^c	540.5 ^{bc}	542.3 ^b	612.4 ^a	0.09	0.012
GP, gestación	740.3 ^c	752.4 ^{cb}	760.5 ^b	818.3 ^a	0.11	0.001

^{a, b, c} las letras diferentes en superíndice en la misma fila difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955). **T1**, control dieta basal sin aditivo, **T2**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus*. **T3**, dieta basal + bioaditivo con *K. fragilis*. **T4**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus* y *K. fragilis*. **EE**. error estándar. **GP**, ganancia de peso. **g**, gramos. **Kg**, kilogramo.

Los valores de los indicadores reproductivos en las cobayas primíparas al incluir biopreparados con acción probiótica en la dieta de los animales se resume en la Tabla 4. La edad de presentar el primer celo, la primera concepción y el primer parto se redujeron significativamente ($p < 0.05$) en las cobayas primíparas que consumieron los bioaditivos con acción probiótica (T2, T3 y T4), de estos el grupo T4 fue el que mayores días de reducción con respecto a los demás tratamientos y el control ($p < 0.05$).

El porcentaje de fertilidad y el índice de la concepción fue mayor ($p < 0.05$) en tratamiento T4 (5%) sobre los animales del grupo control y 1% sobre los demás grupos (T2 y T3) en estudio. En cuanto al número crías de cobayos nacidos vivos por camada, no hubo cambios significativos ($p > 0.05$) entre tratamientos en estudio. El peso de la camada fue superior ($p < 0.005$) en el tratamiento T4 (+83 g), sobre al compararlo con el grupo control y mayor a en 50 y 60 g de peso vivo sobre los grupos T2 y T3, respectivamente. El peso de las crías hembras y machos al nacer fue mayor ($p < 0.05$) en el grupo T4 (40 y 35 g), con respecto al grupo de los animales que no consumieron los bioaditivos con acción probiótica.

Los indicadores correspondientes al número, el porcentaje y el peso de los cobayos machos y hembras de forma individual y el peso de la camada al destete fueron superior ($p < 0.05$) en el grupo de los animales tratados (T2, T3 y T4) con los bioaditivos (Tabla 4), dentro de los tratados, las crías provenientes de las madres que consumieron el tratamiento T4, fueron los de mejor comportamiento.

En la Tabla 5 se reporta el comportamiento de la salud (ocurrencia de diarreas y % mortalidad) y los cambios hemáticos en las cobayas primíparas durante el periodo de gestación. En los animales de los grupos (T2, T3 y T4); que consumieron dietas que contenían bioaditivos con acción probiótica presentaron menor ocurrencia de trastornos diarreicos con respecto a los animales del grupo control. En todos los grupos en estudio no se presentaron muertes en este periodo.

El perfil hemático (Hb, HTO, VCM) de las cobayas, a los 15 d de la gestación no presentaron diferencias significativas. Con la inclusión de los preparados microbianos, en la medición realizada a los 30 d de gestación, mejoró ($p < 0.05$) los valores de la hemoglobina y los hematocritos frente al grupo control. En lo que corresponde a los valores del VCM no difirieron entre los grupos de animales (T1, T2, T3 y T4) tratados en las mediciones realizadas (al inicio y a los 30 d de gestación).

Tabla 4. Indicadores reproductivos de las cobayas primíparas al incluir probióticos en la dieta.

Indicadores	Tratamientos				EE	P-valor		
	T1	T2	T3	T4				
Edad al inicio del estudio, d	125	124	125	122	0.10	0.587		
Edad a 1 ^{er} celo observado, d	142 ^a	131 ^{bc}	132 ^{bc}	128 ^c	0.26	0.041		
Edad a la primera concepción, d	150 ^a	139 ^b	139 ^b	134 ^c	0.12	0.042		
Edad al primer parto, d	215 ^a	206 ^b	206 ^b	201 ^c	0.11	0.012		
Fertilidad, %	94 ^b	98 ^a	98 ^a	99 ^a	0.08	0.048		
Índices de concepción, %	91 ^c	95 ^b	96 ^b	99 ^a	0.10	0.751		
Numero crías nacidos vivos, A	2.8 ^b	2.9 ^b	2.7 ^c	3.1 ^a	0.03	0.031		
Número crías por camada, U	2.6	2.6	2.7	3.0	0.12	0.571		
Peso de la camada al nacer, g	402 ^c	424 ^b	435 ^b	485 ^a	0.11	0.005		
Peso de los cobayos al nacer		Machos, g	109 ^c	116 ^b	120 ^b	149 ^a	0.18	0.001
		Hembras, g	102 ^c	107 ^b	109 ^b	137 ^a	0.09	0.012
Número de crías destetadas, A	2.2 ^c	2.9 ^b	3.5 ^{ab}	3.8 ^a	0.08	0.024		
Porcentaje de crías destetadas, %	68 ^c	78 ^b	88 ^{ab}	95 ^a	0.12	0.012		
Peso al destete		Machos, g	280 ^c	340 ^b	350 ^b	414 ^a	0.07	0.002
		Hembras, g	242 ^c	318 ^b	329 ^b	384 ^a	0.10	0.021
Peso de la camada al destete, g	650 ^d	968 ^c	1225 ^b	1560 ^a	0.08	0.011		

^{a, b, c} las letras en superíndice distinto en la misma fila difieren a $P < 0.05$. **T1**, control dieta basal sin aditivo, **T2**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus*. **T3**, dieta basal + bioaditivo con *K. fragilis*. **T4**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus* y *K. fragilis*. **EE**. error estándar. **d**, días. **U**, unidad. **g**, gramos. **%**, por ciento.

Tabla 5. Comportamiento de salud (ocurrencia de diarrea y mortalidad) y los cambios hematológicos de las cobayas primíparas durante la gestación al incluir probióticos en la dieta basal.

Indicadores	Tratamientos				EE	P-valor	
	T1	T2	T3	T4			
Salud, %							
Ocurrencia de diarreas	5.51 ^a	1.11 ^b	1.15 ^b	0.81 ^b	0.16	0.004	
Mortalidad	-	-	-	-	-	-	
Indicadores Hemáticos							
Hemoglobina, g/L	Inicio	135.9	135.7	138.8	134.25	0.02	0.021
	30 d	138.8 ^b	149.5 ^a	150.2 ^a	151.1 ^a	0.05	0.032
Hematocrito, L/L	Inicio	0.37	0.32	0.31	0.32	0.03	0.0511
	30 d	0.38 ^a	0.31 ^b	0.32 ^b	0.31	0.01	0.0401
VCM, fL	Inicio	79.80	79.70	78.54	79.54	0.02	0.0541
	30 d	76.52	81.02	82.52	82.03	0.01	0.0512

^{a, b, c} letras diferentes en el superíndice de la misma fila difieren a $P < 0.05$, mediante la comparación de proporciones medias. **T1**, control dieta basal sin aditivo, **T2**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus*. **T3**, dieta basal + bioaditivo con *K. fragilis*. **T4**, dieta basal + bioaditivo con *L. acidophilus* y *K. fragilis*. **EE**, error estándar. **%**, por ciento. **g/L**, gramos por litro. **L/L**, litro por litro. **fL** fictolitro.

DISCUSIÓN

Comportamiento productivo: la mayor ganancia de peso en las hembras primíparas durante la gestación, posiblemente se deba a la inclusión de los biopreparados obtenidos a partir de sustratos de residuos agroindustriales fermentados con bacterias ácido lácticas y levaduras con acción probiótica en la dieta de estos animales, lo que pudo intervenir en la activación de los principales aminoácidos estructurales presentes en la dieta basal, la acción de los microorganismos además de regenerar las microvellosidades atrofiadas, mejora la absorción de los principales nutrientes disponible en el lumen intestinal, lo cual ayuda a mejorar el desarrollo fisiológico del animal (1,5,10).

Los resultados reportados en este estudio, coinciden en parte con los valores obtenidos por Portocarrero et al (7), quienes reportaron mejora en la GP en los animales jóvenes, lográndose apoyar en el desarrollo fisiológico del animal. En este sentido, Torres et al (25) demostraron que la inclusión de hasta 2.00 mL de probiótico obtenido a partir de *L. acidophilus* en la dieta basal mejoró la GP hasta 80 g durante la gestación en las cobayas. Estudios reportados por Valdizán et al (17); Cano et al (15) y Núñez et al (4), evidencian una mejora significativa en el comportamiento productivo de los animales al emplear probióticos obtenidos a partir de la fermentación con bacterias lácticas y levaduras. Por su parte, Guevara et al (8) con el uso de las

levaduras en la dieta encontraron mejoras en el comportamiento productivo. Sin embargo, a pesar de consumir en menor cantidad (1.00 mL), los animales lograron obtener mayor ganancia de peso (100 g), en consecuencia aumenta la rentabilidad productiva en cobayas primíparas. Criollo et al (11) indicaron que los cuyes alimentados con probióticos obtuvieron mayor ganancia de peso a partir de la quinta semana de gestación, lo que se asemeja a los valores obtenidos presente en el estudio.

Comportamiento reproductivo: las cobayas reproductoras primíparas de los grupos (T2, T3 y T4) de animales que consumieron los biopreparados redujeron la edad de presentar el primer celo, la primera concepción y la edad del parto, con respecto a los animales del grupo control. Este efecto posiblemente fue por la acción benéfica de los microorganismos (*L. acidophilus* y *K. fragilis*) empleados con la dieta a los animales. Se disminuyeron además los días de presencia de primer celo, primera concepción y el parto; lo cual puede estar dado al incremento en la eficiencia de utilización de los alimentos a nivel del lumen intestinal (2, 3, 11), que contribuye a mejorar el estado corporal del animal al parto, y con ello los indicadores reproductivos (15, 17, 25).

El peso al nacimiento en el presente estudio fue mayor en los animales que consumieron los biopreparados con acción probiótica. Similares resultados a los reportados por Xicohtencatl et

al (12) y Mínguez et al (10) quienes encontraron peso superior a los de grupos control al nacimiento con el empleo de probióticos en la dieta de las hembras reproductoras. Por su parte, los valores obtenidos por Castro et al (5) concuerdan en parte con los resultados reportados en el presente estudio. Mientras que Rodríguez et al (9) reportaron peso promedio al nacimiento menores a los obtenidos en este trabajo.

Índices sanitarios: la menor ocurrencia de diarreas en los animales de los grupos tratados (T2, T3 y T4), se asocia la eficiente acción de los bioaditivos empleados en el estudio, debido a que estos productos naturales son capaces de actuar de forma positiva en el movimiento de iones Na⁺ y K, ya que estos actúan en la pared intestinal, lo cual mejora a la gradiente osmótico; además, son capaces de normalizar el sistema inmune, en consecuencia, mejora la salud del tracto digestivo y prepara para enfrentar de forma positiva a posibles agresiones de los agentes patógenos.

Valdizán et al (17) y Cano et al (15), al incluir microorganismos con acción probiótica (bacterias y levaduras) en la dieta de las diferentes especies de animales jóvenes mejoraron la salud, principalmente del tracto gastrointestinal. Por su parte, Guevara y Carcelén (8) con la aplicación de 2.00 mL de probiótico desarrollado con bacterias del género *Lactobacillus* en la dieta de los cuyes reportaron valores inferiores a los logrados en el presente estudio. A pesar de que la dosis aplicada en nuestra investigación fue inferior (1.00 mL) con respecto a los reportes en otros estudios, los resultados logrados fueron superiores a los obtenidos por otros investigadores (4, 5, 25).

El mejoramiento de la salud de los cobayos podría estar dado por la inclusión de los bioaditivo fermentados con bacterias ácido lácticas y levaduras, debido a que estos

organismos son capaces de producir ácidos orgánicos (ácido láctico y acético) como producto de metabolito secundario, estos son capaces de variar los valores de pH a nivel del tracto gastrointestinal que limitan la presencia de los agentes patógenos que provocan los procesos de diarreas (*Salmonella* spp.) en los cuyes jóvenes. Varios estudios (9,11,15) reportan mejoras de salud de los animales al emplear aditivos microbianos.

Cano et al (15) con el uso probióticos obtenidos a partir de las bacterias ácido lácticas redujeron significativamente ($p < 0.05$) la presencia de trastornos diarreicos y mejoraron los parámetros productivos en los cuyes jóvenes. Mientras que, Rodríguez et al (9) no evidenciaron diferencias entre los animales que consumieron probióticos desarrollados a partir de las diferentes especies de lactobacilos, pero, los valores reportados son menores a los logrados en este estudio. Mientras que los índices alcanzados por Jurado et al (3) quienes incluyeron una mezcla de *Lactobacillus*, se asemejan a los logrados en este trabajo.

En conclusión, los biopreparados incluidos en la dieta de las cobayas primíparas mejoran los índices productivos y reproductivos durante la gestación y la lactancia. Los parámetros reproductivos también fueron mejorados en los grupos que consumieron los probióticos. Asimismo, se logra disminuir los trastornos diarreicos y la mortalidad en la descendencia.

Conflicto de interés

No hay ningún conflicto de interés.

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a todos los revisores a ciegas por su valioso tiempo y aportes que brindaron en el mejoramiento de este documento.

REFERENCIAS

1. Rodríguez H, Gutiérrez G, Palomino M, Hidalgo V. Características Maternales al Nacimiento y Destete en Cuyes de la Costa Central del Perú. *Rev Inv Vet Perú*. 2015; 26(1):77-85. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10941>
2. Canto F, Bernal W, Saucedo J. Efecto de suplementación con probiótico (*Lactobacillus*) en dietas de alfalfa y concentrado sobre parámetros productivos de cuyes mejorados en crecimiento y engorde. *Rev. de investig. agroproducción sustentable*. 2018; 2(2):39-44. <http://dx.doi.org/10.25127/ucni.v3i2.317>

3. Jurado H, Zambrano E, Chávez C. Efecto del suministro *in vivo* de *Lactobacillus casei* en la alimentación de *Cavia porcellus*. Rev Biotec Sect Agrop Agroind. 2020; 18(2):156-165. [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(18\)156-165](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(18)156-165)
4. Núñez O, Aragadvay R, Guerrero J, Villacís L. Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) utilizando contenidos ruminales. J. Selva Andina Anim. Sci. 2016; 3(2):87-97. <http://ucbconocimiento.ucbca.edu.bo/index.php/JSAAS/article/view/42>
5. Castro E, Narváez P, Ortega C. Efecto de la suplementación con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y promotores en la gestación y recría de cuyes (*Cavia porcellus*). La Granja: Rev Cien Vid. 2017; 25(1):45-52. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.04>
6. Melgar J, Shiva C, Chauca L. Evaluación del empleo del ajo (*Allium sativum*) y sábila (*Aloe vera*), en lesiones cutáneas provocadas por dermatofitos en cobayos (*Cavia porcellus*). Salud Tecnol Vet. 2017; 5:8-14. <https://doi.org/10.20453/stv.v5i1.3248>
7. Portocarrero J, Hidalgo V. evaluación de una premezcla orgánica comercial en dietas de crecimiento engorde para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre parámetros productivos. Anales Cient. 2015; 76(2):219-224. <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i2.784>
8. Guevara J, Carcelén F. Efecto de la suplementación de probióticos sobre los parámetros productivos de cuyes. Rev Per Quím Ing Quím. 2014; 17(2):69-74. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/11332>
9. Rodríguez H, Palomino M, Hidalgo V, Gutiérrez G. Efectos de factores fijos y al azar sobre el peso al nacimiento y al destete en cuyes de la costa central del Perú. Rev Inv Vet Perú. 2013; 24(1):16-24. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i1.1647>
10. Mínguez C, Calvo A, Zeas V, Sánchez D. A comparison of the growth performance, carcass traits, and behavior of guinea pigs reared in wire cages and floor pens for meat production. Meat Science. 2019; 152:38-40. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.02.012>
11. Criollo R, Cuenca M, Herrera R. Adición de levadura de cerveza *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento productivo y calidad intestinal de los cobayos. Rev CES Med. Zootec. 2019; 14(2):18-29. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.2>
12. Xicohtencatl-Sánchez PG, Barrera-Zúñiga S, Orozco-Orozco T, et al. Parámetros productivos de cuyes (*cavia porcellus*) del nacimiento al sacrificio en Nayarit, México. Abanico Vet. 2013; 3(1):36-43. <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/51/37>
13. Miranda J, Marin A, García Y. Repercusión de aditivos microbianos en el comportamiento productivo, zoométrico e incidencia diarrea de lechones. Rev MVZ Córdoba. 2018; 23(2):6617-6627. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1335>
14. Jurado H, Orbes E, Mesías L. Evaluación *in vivo* de *lactobacillus plantarum* con características probióticas mediante química sanguínea, inmunohistoquímica y microscopía electrónica en *cavia porcellus*. Biotec Sect Agrop Agroind. 2017; 15(2):11-21. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)11-21](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)11-21)
15. Cano J, Carcelén F, Ara M, Quevedo W, Alvarado A, Jiménez R. Efecto de la suplementación con una mezcla probiótica sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de crecimiento y acabado. Rev Inv Vet Perú. 2016; 27(1):51-58. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11458>
16. Yirga H. The Use of Probiotics in Animal Nutrition. J Prob Health. 2015; 3(2):1-10. <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8901.1000132>
17. Valdizán C, Carcelén F, Ara M, Bezada S, Jiménez R, Asencios A, Guevara J. Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*), Rev Inv Vet Perú. 2019; 30(2):590-597. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16071>

18. N'Goran D, Jean G, Nogbou E, et al. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*. 2013; 93(4):821-826. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.036>
19. Sánchez D, Castro N, Rivero M, Argüello A, Morales A. Proposal for standard methods and procedure for guinea pig carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Journal of Applied Animal Research*, 2016; 44(1):65–70. [10.1080 / 09712119.2015.1006234](https://doi.org/10.1080/09712119.2015.1006234)
20. Miranda J, Marin A, Valla A, Barros M, Marrero L, Hidalgo L, Rivera V. Wastes of Agroindustry an Alternative to Develop Biopreparates with Probiotic Capacity. *Trop Subtr Agroecosyst*. 2018; 21(1):46-52. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2599>
21. Szendrő Z, Dalle A. Effect of housing conditions on production and behaviour of growing meat rabbits: A review. *Livestock Science*. 2011; 137:296–303. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.11.012>
22. NRC (National Research Council). *Nutrient Requirements of Laboratory Animals*. Subcommittee on Laboratory Animal Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture. National Academy Press. Washington DC, USA; 1995. <https://doi.org/10.17226/4758>
23. SPSS Statistics para Windows, version 26.0. IBM Corp. Armonk, Nueva York. EEUU. 2019.
24. Villamayor F. La reducción del número de animales de experimentación y el cálculo del tamaño muestral: una mesa con cinco patas. *Rev. Toxicol*. 2014; 31(2):121-123. <http://rev.aetox.es/wp/index.php/3123-2/>
25. Torres C, Carcelén F, Ara M, San Martín F, Jiménez R, Quevedo W, Rodríguez J. Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev Inv Vet Perú*. 2013; 24(4): 433-440. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i4.2729>