

Evaluación de un probiótico casero en la producción de pollo Ross 308 en etapa de engorde

Jesús Alberto Blanco Ortiz

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Director

Heiner Leandro Tarazona García

Esp. Nutrición y alimentación animal

Codirector

Angélica Marcela Correa Sandoval

Magister en Gestión de la tecnología educativa

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Zootecnia

Bucaramanga

2026

### **Dedicatoria**

*Dedico este logro a Dios quien me permitió llegar hasta ese punto, por brindarme una familia llena de enseñanzas, que con perseverancia me apoyaron en el proceso personal y profesional, agradezco a mis compañeros y personas allegadas que estuvieron presentes durante toda mi trayectoria universitaria.*

*Quiero dedicar este gran logro a mi madre Gloria Ortiz Suarez quien siempre persistió apoyándome sin importar cuán difícil fuese el proceso, por todos los sacrificios que se realizaron durante mi carrera y por siempre inculcar en mí el deseo de continuar y salir adelante con mis estudios.*

*Jesús Alberto Blanco Ortiz*

### **Agradecimientos**

*En una primera instancia mi agradecimiento es para Dios por otorgarme la vida, por mi familia, por las personas más allegadas, quienes aportaron en mi formación durante mi carrera universitaria.*

*Agradezco a mi madre Gloria Ortiz Suarez y a mi hermano Sergio Antonio Blanco Ortiz quienes han estado apoyándome incondicionalmente durante toda mi vida.*

*Quisiera agradecer a los docentes Angélica Marcela Correa Sandoval y Heiner Leandro Tarazona García, quienes me acompañaron en diferentes etapas de mi carrera profesional y estuvieron apoyándome en la realización de este trabajo de grado.*

*Agradezco también a mi persona incondicional Yolja Nalide Duarte Peña quien estuvo apoyándome en el proceso de mi carrera de una y mil formas, haciendo lo posible para que pudiera obtener este gran logro.*

*Agradezco a mis compañeros de carrera que me apoyaron durante mi tiempo de estudio y quienes me ayudaron a tomar buenas decisiones para mejorar profesionalmente.*

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	14
1. Objetivos 17	
1.1 Objetivo General .....	17
1.2 Objetivos Específicos .....	17
2. Marco Referencial .....	18
2.1 Marco teórico .....	18
2.1.1 Influencia de los probióticos en las aves domésticas .....	18
2.1.2 Importancia y beneficios de la implementación de probiótico en pollo de engorde .....	19
2.1.3 Efecto de los probióticos en pollo de engorde .....	21
2.1.4 Digestibilidad en aves con la inclusión de probióticos .....	23
2.1.5 tiempo de replicación y tasa de multiplicación de las bacterias: .....	24
2.1.5.1 <i>Bacillus subtilis</i> . .....	24
2.1.5.2 <i>Lactobacillus acidophilus</i> . .....	24
2.1.5.3 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	25
2.1.5.4 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . .....	25
2.1.5.5 <i>Citrobacter sp.</i> .....	25
2.2 Marco conceptual .....	25
3. Metodología .....	26
3.1 Tipo de Estudio .....	27
3.2 Localización.....	27

3.3 Población y Muestra .....27

3.4 Suplementación .....28

3.5 Factor en estudio .....29

3.5.1 Elaboración del probiótico .....29

3.5.2 Medición de tasa de replicación de probióticos .....30

3.5.3 Identificación de probióticos en cultivo casero.....32

3.6 Diseño experimental.....33

3.7 Materiales y métodos.....34

3.7.1 Preparación de equipos de avicultura y el galpón.....34

3.7.2 Evaluación de indicadores productivos .....34

3.8 Análisis estadístico y curvas de crecimiento .....37

3.8.1 Estudio costo de producción .....38

3.8.2 Temperatura y humedad relativa .....39

3.9 Costos .....40

4. Resultados.....43

4.1 Replicación, crecimiento y conteo de los probióticos. ....43

4.2 Parámetros productivos .....46

4.2.1 Peso final de cada animal.....46

4.2.3 Ganancia de peso diaria .....47

4.2.4 Ganancia de peso acumulada .....48

4.2.5 Conversión alimenticia .....50

4.2.6 Eficiencia americana .....51

4.2.7 Índice de productividad .....51

4.2.8 Rendimiento en canal .....	52
4.2.9 Mortalidad.....	52
4.2.10 Comparación modelos estadísticos bajo el Criterio de Información Akaike.....	53
4.2.11 Gráficos de peso .....	54
5. Discusión .....	66
6. Conclusiones .....	67
7. Recomendaciones.....	68
Referencias Bibliográficas.....	70
Apéndices .....	73

### Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Ubicación del proyecto .....	27
Tabla 2. Rutina de aplicación de cultivo probiótico para los diferentes tratamientos .....	28
Tabla 3. Determinación de la cantidad de alimento según etapa productiva del ciclo .....	28
Tabla 4. Modelos no lineales .....	38
Tabla 5. Medición de temperatura, humedad por semanas .....	39
Tabla 6. Costos Infraestructura.....	40
Tabla 7. Costos de producción.....	41
Tabla 8. Costos del cultivo microbiano casero.....	41
Tabla 9. Costos de análisis de probióticos .....	42
Tabla 10. Costos totales.....	42
Tabla 11. Cálculo de la utilidad sin contar los demás costos .....	43
Tabla 12. Cálculo de ingresos de la venta del producto.....	43
Tabla 13. Crecimiento Microbiano .....	44
Tabla 14. Replicación de crecimiento en agar MRS.....	45
Tabla 15. Replicación crecimiento en agar MRS .....	45
Tabla 16. Peso final de cada animal.....	46
Tabla 17. Ganancia de peso diaria .....	47
Tabla 18. Ganancia de peso tratamiento 0.....	48
Tabla 19. Ganancia de peso tratamiento 1.....	49

Tabla 20. Ganancia de peso tratamiento 2.....	50
Tabla 21. Conversión alimenticia .....	50
Tabla 22. Eficiencia americana.....	51
Tabla 23. Índice de productividad .....	51
Tabla 24. Rendimiento en canal .....	52
Tabla 25. Mortalidad.....	52
Tabla 26. Comparación de modelos estadísticos bajo el criterio de información Akaike .....	53
Tabla 27. Interpretación de la comparación de modelos.....	54
Tabla 28. Interpretación crecimiento por tratamiento.....	54

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1 Distribución del galpón en el diseño experimental.....	33
Figura 2 Medición de la temperatura durante el ciclo productivo por promedio en semanas.....	39
Figura 3 Medición de la humedad % durante el ciclo productivo por promedio en semanas.....	40
Figura 4 Curva de crecimiento promedio por tratamientos.....	54
Figura 5 Curvas de crecimiento animales por tratamiento.....	55
Figura 6 Diagrama de cajas peso del día uno con la suplementación del probiótico casero.....	55
Figura 7 Diagrama de cajas peso del día dos con la suplementación del probiótico casero. ....	56
Figura 8 Diagrama de cajas peso del día tres con la suplementación del probiótico casero.....	57
Figura 9 Diagrama de cajas peso del día cuatro con la suplementación del probiótico casero.....	57
Figura 10 Diagrama de cajas peso del día cinco con la suplementación del probiótico casero. ...	57
Figura 11 Diagrama de cajas peso del día seis con la suplementación del probiótico casero.....	58
Figura 12 Diagrama de cajas peso del día siete con la suplementación del probiótico casero. ....	58
Figura 13 Diagrama de cajas peso del día ocho con la suplementación del probiótico casero. ....	59
Figura 14 Diagrama de cajas peso del día nueve con la suplementación del probiótico casero. ...	59
Figura 15 Diagrama de cajas peso del día diez con la suplementación del probiótico casero. ....	60
Figura 16 Diagrama de cajas peso del día once con la suplementación del probiótico casero. ....	60
Figura 17 Diagrama de cajas peso del día doce con la suplementación del probiótico casero. ....	61
Figura 18 Diagrama de cajas peso del día trece con la suplementación del probiótico casero. ....	61
Figura 19 Diagrama de cajas peso del día catorce con la suplementación del probiótico casero. 62	62

Figura 20 Diagrama de cajas peso del día quince con la suplementación del probiótico casero. .62

Figura 21 Diagrama de cajas peso del día dieciséis con la suplementación del probiótico casero.  
.....63

Figura 22 Diagrama de cajas peso del día diecisiete con la suplementación del probiótico casero.  
.....63

Figura 23 Diagrama de cajas peso del día dieciocho con la suplementación del probiótico casero.  
.....64

Figura 24 Diagrama de cajas peso del día diecinueve con la suplementación del probiótico casero.  
.....64

Figura 25 Diagrama de cajas peso del día veinte con la suplementación del probiótico casero. ..65

Figura 26 Diagrama de cajas peso del día veintiuno con la suplementación del probiótico casero.  
.....65

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág</b>
Apendice A. preparación del probiótico casero para análisis en laboratorio. ....	73
Apendice B. Preparación incubación en agares para observar los microorganismos del probiótico casero en laboratorio. ....	75
Apendice C. conteo de colonias después de incubación. ....	78
Apendice D. Observación de microorganismos en el microscopio. ....	82
Apendice E. Etapa productiva de los animales. ....	86
Apendice F. Preparación del probiótico a suplementar. ....	89
Apendice G. Manejo de la mortalidad. ....	91

## Resumen

**Título:** Evaluación de un probiótico casero en la producción de pollo Ross 308 en etapa de engorde.\*

**Autor:** Jesús Alberto Blanco Ortiz\*\*

**Palabras Clave:** evaluación, probiótico, producción, pollo Ross 308, engorde.

**Descripción:** El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un probiótico casero elaborado a partir de suero lácteo sobre los parámetros productivos y la rentabilidad en pollos de engorde Ross 308 en el municipio de Málaga, Santander. El experimento se desarrolló durante la etapa de engorde (día 22 al día 42 del ciclo productivo), utilizando un total de 93 pollos machos, los cuales en sus fases iniciales (día 1 al 21) fueron manejados bajo condiciones sanitarias, nutricionales y de manejo homogéneas, sin suplementación probiótica. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos: tratamiento control (T0), tratamiento 1 (T1) y tratamiento 2 (T2), cada uno con 31 repeticiones, donde cada ave constituyó una unidad experimental. Durante la fase de engorde, T0 no recibió probiótico (0 %), T1 fue suplementado con 1 % de cultivo probiótico casero y T2 con 0,5 %. Se evaluaron variables productivas, microbiológicas y económicas. Los resultados evidenciaron mejoras en los parámetros productivos con la suplementación. La mayor ganancia de peso diaria se presentó en T2 con 64,15 g, mientras que la mayor ganancia de peso acumulado se registró en T1 con 2034 g. La mejor conversión alimenticia se obtuvo en T2 con un índice de 1,73. Asimismo, el rendimiento en canal fue superior en T2 con 74,62 %. Desde el punto de vista microbiológico, se confirmó la viabilidad del probiótico, con concentraciones superiores a 1600 unidades formadoras de colonias (UFC) en medios agar nutritivo y MRS. En términos económicos, T1 y T2 presentaron mayor rentabilidad frente a T0. En conclusión, el uso de probióticos caseros constituye una alternativa viable, sostenible y eficiente en la producción avícola.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Heiner Leandro Tarazona García, zootecnista. Codirector: Angélica Marcela Correa Sandoval. Magister en la gestión de la tecnología educativa.

### Abstract

**Title:** Evaluation of a Homemade Probiotic in the Production of Ross 308 Broiler Chickens During the Fattening Stage \*

**Author:** Jesús Alberto Blanco Ortiz \*\*

**Key Words:** evaluation, probiotic, production, Ross 308 broiler, fattening.

**Description:** The objective of this study was to evaluate the effect of a homemade probiotic prepared from whey on productive parameters and profitability in Ross 308 broiler chickens in the municipality of Málaga, Santander. The experiment was conducted during the fattening stage (day 22 to day 42 of the production cycle), using a total of 93 male chickens, which in their initial phases (day 1 to 21) were managed under homogeneous sanitary, nutritional, and management conditions, without probiotic supplementation. A completely randomized experimental design was employed with three treatments: control treatment (T0), treatment 1 (T1), and treatment 2 (T2), each with 31 replicates, where each bird constituted an experimental unit. During the fattening phase, T0 did not receive probiotic (0%), T1 was supplemented with 1% homemade probiotic culture, and T2 with 0.5%. Productive, microbiological, and economic variables were evaluated. The results showed improvements in productive parameters with supplementation. The highest daily weight gain was observed in T2 with 64.15 g, while the highest cumulative weight gain was recorded in T1 with 2034 g. The best feed conversion ratio was obtained in T2 with an index of 1.73. Likewise, carcass yield was superior in T2 with 74.62%. From a microbiological perspective, the viability of the probiotic was confirmed, with concentrations above 1600 colony-forming units (CFU) in nutrient agar and MRS media. Economically, T1 and T2 showed greater profitability compared to T0. In conclusion, the use of homemade probiotics constitutes a viable, sustainable, and efficient alternative in poultry production.

---

\* Degree work

\*\* Regional Outreach and Distance Education Institute IPRED. Animal Science Program. Director: Heiner Leandro Tarazona García, zootechnician. Co-director: Angélica Marcela Correa Sandoval, Master's in Educational Technology Management.

## **Introducción**

En la producción avícola, actualmente se llegan a tener problemas en cuanto a la absorción eficiente de los nutrientes en la alimentación de pollos de engorde. Debido a esto, con anterioridad se utilizaban antibióticos como las tetraciclinas, penicilinas, sulfamidas entre otros como promotores de crecimiento resultando así en residualidades que afectan directamente a los consumidores, afectando directamente a generar resistencias a los medicamentos como los antibióticos antes mencionados que son usados para poder evitar que las bacterias generen enfermedades infecto contagiosas. (Dibner et al., 2020)

El pollo de engorde a nivel nacional se encuentra vulnerable en cuanto, enfermedades bacterianas que puedan llegar en su genética y anterioridad el uso de antibióticos como promotores de crecimiento afecta directamente a la resistencia de patógeno en cuanto a la productividad y el bienestar humano. (World Health Organization 2021)

A nivel internacional en Estados Unidos, se sigue presentando el uso de estos antibióticos de efecto proporcional con el crecimiento, resultando en una residualidad hacia los consumidores, generando resistencias a los diferentes medicamentos utilizados para tratar enfermedades infecto-contagiosas. Aunque, desde el 2017 la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los EE. UU. Ha implementado algunas regulaciones en cuanto a la reducción del uso de antibióticos en la producción animal. Se cuenta con un "Programa de Uso Responsable de Antibióticos" (FDA Guidance for Industry #213), además la Agencia de Protección Ambiental

(EPA) y el departamento de agricultura de EE. UU. (USDA) también poseen unos roles en cuanto a las regulaciones de antibióticos en la agricultura. (U.S. FDA 2019).

En la actualidad, se están tratando de expulsar del todo estos antibióticos en la producción de pollo de engorde con esto, se han implementado nuevas alternativas de sustancias para evitar el uso de estos antibióticos y llegar a desacelerar la creciente producción de la resistencia a los antimicrobianos. (Rincón, 2020). En Colombia, se registraron casos en Santander de algunas personas que directamente generaron una resistencia a los antibióticos por el hecho de consumir canales de aves que en su producción tuvieron uso de antibióticos promotores de crecimiento. (Gonzales, 2021)

“Los aditivos alimentarios naturales (por ejemplo, probióticos y fitobióticos) son alternativas prometedoras para sustituir a los promotores del crecimiento antimicrobianos”. (Fonseca et al., 2024), en cuanto a los aditivos naturales pueden llegar a ser una opción muy viable pues el riesgo que generan en cuanto a residualidad es nulo o muy bajo.

La suplementación con probióticos puede beneficiar a las aves de corral al reducir la colonización intestinal de enterobacterias a través de la exclusión competitiva, mejorar la función de la barrera intestinal y aumentar la maduración del sistema inmunológico promoviendo así el aumento de peso corporal y reduciendo la tasa de mortalidad de pollos de engorde y gallinas ponedoras en crecimiento (Molina, 2019). En cuanto a la suplementación si se lleva a cabo de la mejor forma se podrá llegar a tener un crecimiento óptimo debido a la mejor absorción en el intestino delgado.

La suplementación en el alimento con un probiótico, hecho a base de *Bacillus spp.* mejoró la salud intestinal de los pollos de engorde, al aumentar la relación entre la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas intestinales en aproximadamente un 49 % en aves

infectadas con *Clostridium perfringens*. (Jayaraman et al., 2013). Los microorganismos pueden tener la habilidad de llegar a contrarrestar bacterias que se puedan propagar y causar enfermedades en el organismo de las aves.

Teniendo en cuenta todo esto, se planteó la pregunta de investigación ¿Cuál es el desempeño productivo y económico del pollo de engorde al suministrarle un probiótico casero? se puede decir que si se suplementa la dieta de los pollos con productos naturales como los probióticos mejorará el rendimiento de crecimiento reemplazando así los antibióticos promotores de crecimiento, llegando a comparar el probiótico casero con el rendimiento productivo y diferencias fenotípicas en comparación con un tratamiento control. Además de analizar los tiempos y costos de producción con el uso de un probiótico para saber si hay diferencia en la rentabilidad de la producción de pollos, esto permite llegar a dar una respuesta económica en el uso de los probióticos para aumentar la producción.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

Evaluar el desempeño productivo y económico del pollo de engorde al suministrar un probiótico casero en Málaga Santander.

### **1.2 Objetivos Específicos**

Calcular el crecimiento del pollo Ross 308 al incluir un probiótico casero en la dieta en etapa engorde.

Analizar los indicadores económicos al suplementar con un probiótico casero en producción de pollo de engorde.

Determinar los parámetros productivos en pollo Ross 308 al suministrar un probiótico en etapa de engorde.

Analizar la replicación y la tasa de multiplicación de las bacterias de un probiótico microbiano casero utilizado en la dieta de pollos Ross 308, bajo condiciones controladas.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 *Influencia de los probióticos en las aves domésticas*

“Los microorganismos probióticos se definen como microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren a un beneficio para la salud del huésped” (Hill et al., 2014). Pueden ser organismos que se encuentran en muchos productos de desecho como el suero lácteo que es resultado de la fabricación de quesos.

Según la organización de las naciones unidas y la agricultura modificaron el término de probióticos a “microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio en la salud del huésped”. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAO, 2001)). Se puede definir como aquel organismo que tiene una simbiosis directamente proporcional con el organismo que está capacitado para poder recibir un huésped.

Alkhalif y algunos colaboradores aseguran que una suplementación probiótica mejora los índices productivos, también respecto a la conversión alimenticia tienen una gran variabilidad en aumento con el uso de estos microorganismos. (Alkhalif et al., 2010) la mejora en los índices productivos es directamente proporcional a la estadística que se llega a aprender de la materia.

El uso de algunos microorganismos probióticos, principalmente bacterias que son productoras de ácido láctico en la alimentación de las aves, llega a contribuir al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la flora intestinal; Esto tiene repercusión en la proliferación de microorganismos perjudiciales, lo cual ayuda a prevenir la aparición o esparcimiento de enfermedades y a mejorar

el rendimiento productivo. (Díaz, 2017.). La mayor absorción de los nutrientes se da en el intestino delgado, estos microorganismos influyen a evitar propagación de patógenos que afecten esta absorción. (Díaz, 2017)

Si se tiene una suplementación con probióticos en la dieta de los animales esto tiene un efecto significativo en la calidad microbiológica de la carne, rendimiento, aumento de peso vivo, respuesta inmune y prominente, se puede evidenciar en trozos de carne de ave cortados. (Soomro et al., 2019). Si se tiene una mejor absorción de nutrientes con el uso de estos mecanismos naturales directamente se va a tener un mejor aprovechamiento de los recursos alimentarios en el producto final que será la canal disponible para la alimentación humana.

“Los probióticos modifican el ecosistema intestinal aportando enzimas digestivas, reduciendo el pH y aumentando la actividad de las enzimas gastrointestinales”. (Abd El-Hack et al., 2020). La modificación del microbiota en el intestino es de gran impacto en la absorción de los nutrientes pues ayuda a la mejor actividad enzimática.

Los probióticos de *Bacillus* spp., otros productos probióticos comunes y disponibles comercialmente en la industria avícola incluyen *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bifidobacterium* y la levadura *Saccharomyces* (Suez et al., 2020). Comercialmente se tienen productos que se pueden usar y son de fácil acceso para explotación avícola; como una empresa con varias sucursales a nivel nacional llamada ProBio Food, además del comercio vía web, por la página [croper.com](http://croper.com), con un precio accesible para la industria.

### ***2.1.2 Importancia y beneficios de la implementación de probiótico en pollo de engorde***

La nutrición juega un papel muy fundamental, y en particular el uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos, como las aves, ha despertado el interés de algunos investigadores en los últimos años. Estos aditivos se utilizan en la industria avícola con distintos

propósitos, por ejemplo, poder aumentar el rendimiento productivo y reducir la tasa de mortalidad. Entre estos aditivos se encuentran los antibióticos, coccidiostáticos, enzimas, probióticos, etc. En especial estos últimos, son sustancias que permiten el control y establecimiento de una microflora benéfica en los animales y una disminución gradual de la microflora que llega a ser potencialmente enteropatógena. De esta manera, estos aditivos permiten alcanzar los objetivos deseados mejorando la producción sin dejar residuos en la canal. (Jiménez et al., 2006), (West et al., 2016), (Palma et al., 2015), (Lee et al., 2007). Se puede tener una mejoría en cuanto a las residualidades que se puedan generar en los animales evitando el uso de los APC (antibióticos promotores de crecimiento). Además de generar un alcance óptimo de los objetivos de la explotación avícola.

La suplementación con probióticos puede tener los siguientes efectos: modificación del microbiota intestinal, estimulación del sistema inmune, reducción de las reacciones inflamatorias, prevención de la colonización de patógenos, mejora del rendimiento del crecimiento, alteración de la digestibilidad ileal y del coeficiente de digestibilidad aparente del tracto total, y disminución de la excreción de amoníaco y urea. (Jha et al., 2020). En cuanto a la inmunología la adición de probióticos, la alimentación de los pollos de engorde tiene un impacto directamente proporcional en los rendimientos y salud del animal.

Se debe tener en cuenta que las diferentes especies probióticas tiene diferentes efectos sobre las diferentes especies animales. Se pueden encontrar de dos tipos, unos comerciales y otros caseros entre estos los más comunes se pueden encontrar

DP probiótico comercial (0,2%) constituido por las especies bacterianas (*Bacillus subtilis*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Saccharomyces boulardii*, *Citrobacter sp.*). Este probiótico combina cepas bacterianas y levaduras que actúan en conjunto, su uso

principalmente es para la salud digestiva, prevención de diarreas, refuerzo del sistema inmune, restauración de la flora intestinal y tratamiento de enfermedades intestinales. (Larrea et al., 2020)

EMDF probiótico comercial (0,02%) constituido por las especies de bacterias (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*) este probiótico se utiliza generalmente para la salud digestiva, prevención tratamiento de trastornos gastrointestinales, restauración de la flora bacteriana, mejora en la digestión de la lactosa, apoyo al sistema inmunológico y prevención de infecciones gastrointestinales. (Larrea et al., 2020)

LP probiótico comercial (0,02%) constituido principalmente por las especies de bacterias (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus fermentum*.) este probiótico tiene uso generalmente en la salud digestiva, restauración de la flora intestinal, prevención de diarreas, mejorar la digestión y absorción de nutrientes, mejorar la salud inmunológica, mejorar el llamado intestino irritable y reducción de la inflamación intestinal (Larrea et al., 2020)

Probiótico cultivo casero microbiano (0,2%) constituido principalmente por las especies de bacterias (*Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Citrobacter sp*) este probiótico tiene como usos generales, la salud digestiva, restauración de la flora bacteriana, prevención de diarreas, mejor digestión de la lactosa, fortalecimiento del sistema inmune, prevención de infecciones gastrointestinales, trastornos intestinales y reducción de la inflamación intestinal.(Larrea et al., 2020)

### ***2.1.3 Efecto de los probióticos en pollo de engorde***

“Los beneficios del uso de probióticos incluyen un mejor crecimiento y rendimiento de puesta; una mejor histomorfología intestinal inmunidad y un aumento en la microbiota beneficiosa” (Jha et al., 2020). El aumento en el tamaño de las microvellosidades intestinales va a resultar

directamente en una mayor absorción debido a que aumenta el área de contacto de los nutrientes con el intestino.

Las esporas de *Bacillus subtilis* pueden crear un ambiente perfecto para su ciclo de vida en el intestino, estimulando la proliferación y colonización competitiva de *Lactobacillus*, *Blautia*, *Fecalibacterium* y *Bifidobacterium*. Estos géneros luego producen ácidos grasos de cadena corta, disminuyendo o inhibiendo así la adhesión de patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella* (Rivera et al., 2021). Los diferentes tipos de microorganismos tienen un efecto benéfico para evitar la adherencia de patógenos que puedan afectar.

Rajesh, muestra que la suplementación con probióticos mejoró el funcionamiento de la barrera intestinal y aumento la relación entre la altura de las vellosidades lo que condujo a una mayor absorción en el intestino delgado y una mejora alta con relación a la digestibilidad total aparente del tracto de nutrientes, dejando ver que el uso de estos aditivos es preciso para mejorar la explotación avícola. (Jha et al., 2020).

Según Kinati, la suplementación con microorganismos efectivos y su combinación con cúrcuma en polvo al 0,5% de manera individual, resultan ser más eficaces para aumentar el peso corporal promedio, mejorar el retorno neto y reducir la grasa abdominal. En consecuencia, el estudio sugiere que la inclusión de microorganismos efectivos y su combinación con cúrcuma en polvo podría ser un aditivo útil para favorecer el crecimiento y reducir la grasa abdominal en pollos de engorde, además de mejorar la rentabilidad. (Kinati et al., 2022)

La utilización de probióticos para prevenir la colonización intestinal por *Campylobacter spp.* Puede llegar fomentar una mejor absorción de los nutrientes y reducir el uso de los antibióticos como promotores de crecimiento, además la aplicación de estos podría promover un adecuado desarrollo del tejido linfóide asociado con el intestino gut-associated lymphoid tissue (GALT).

(Álvarez et al., 2020), los resultados evidencian que la mejora en cuanto a los tejidos intestinales es mucha con la adición de los probióticos en la dieta de los pollos de engorde.

Según Mohamed, los probióticos (*Lactobacillus acidophilus*) como aditivos alimentarios juegan un papel crucial en mejorar tanto la eficiencia económica como productiva de las granjas avícolas, a pesar de que su costo representa solo una pequeña fracción de los costos totales o variables en la producción avícola. Asimismo, señaló que el uso de probióticos mostró mejores resultados en la raza Ross en comparación con las razas Hubbard y Cobb. (Omar M. A. E. 2014)

Devi, concluye que, la suplementación con probióticos a una dosis de 1,25 g/kg de alimento tuvo un efecto positivo en el índice de rendimiento, las características de la carcasa y la ganancia neta por kilogramo de ave. (Naorem et al., 2019) la implementación de estos suplementos genera una mejora en cuanto a la economía de las producciones avícolas de pollo de engorde.

#### ***2.1.4 Digestibilidad en aves con la inclusión de probióticos***

Según Anggraeni y colaboradores hay menor peso de las excretas mediante el tratamiento con probióticos procedentes de la levadura TKD-3 (*Candida tropicalis* que es obtenida mediante un aislamiento de un alimento fermentado de origen indonesio conocido como *Tempeh*) de 14,81 gramos/animal. El bajo peso de los excrementos indica que Solo una pequeña parte de la dieta no es digerida por el cuerpo. (Anggraneis et al., 2020)

En el estudio generado por Anggraeni, un resultado indicó que, el tratamiento YC (levadura TKD-3 probióticos) da el mejor alimento óptimo digerido. Ya que cuando menor es la excreción de energía esto indica que el alimento se digiere de una mejor manera. Se tuvo un aumento en la ingesta de alimento que se debió a la secreción de algunas enzimas como las amilolíticas, proteolíticas y lipolíticas directamente producida por la microbiota probiótica en el tracto digestivo. (Anggraeni et al., 2020)

En cuanto a los niveles de nitrógeno que se llegan a encontrar retenidos en el tracto digestivo de los animales el estudio realizado por Anggraeni da como un resultado que la retención de nitrógeno fue mayor y este efecto está directamente relacionado con sustancias antimicrobianas que son producidas por los probióticos suministrados en la dieta. (Anggraeni et al., 2020)

Ahora, en el sistema inmunológico, los probióticos tienen un efecto de regulación de este sistema permitiendo que se tenga mejor absorción de nutrientes permitiendo suprimir el impacto negativo de la activación del sistema inmunitario, que genera una respuesta negativa en cuanto a la absorción de nutrientes. El uso de *C. tropicalis* TKD-3 como probiótico en la dieta de pollos de engorde aumenta la digestibilidad de los nutrientes. (Anggraeni et al., 2020)

### ***2.1.5 Tiempo de replicación y tasa de multiplicación de las bacterias***

**2.1.5.1 *Bacillus subtilis*.** Se conoce que las condiciones ambientales de temperatura, tipo de medio de replicación, humedad entre otros factores, bajo unas condiciones óptimas de crecimiento, como lo son los nutrientes disponibles, una temperatura optima de entre 30 a 37°C y las condiciones de oxígeno que sean bajas, el tiempo de generación en medio liquido generalmente se puede tener un tiempo de generación de entre 20 a 30 minutos. En un agar se puede observar en un tiempo de 1 a 3 horas dependiendo de las condiciones, la tasa de multiplicación en cuanto a formación de colonias en un agar es de aproximadamente de 24 a 48 horas (Malik et al., 2022)

**2.1.5.2 *Lactobacillus acidophilus*.** Esta bacteria cuando se tiene una replicación en un medio de agar su tiempo de replicación aumenta debido a la falta de oxígeno y la limitación de los nutrientes siendo así un tiempo estimado de entre 2 a 3 horas o un poco más, puede llegar a formar colonias visibles en el agar entre las 24 y 48 horas entre una temperatura de 30 a 37°C, se debe tener unas condiciones óptimas para poder generar una replicación excelente. (Aristimuño et al., 2023).

**2.1.5.3 *Lactobacillus bulgaricus*.** Esta bacteria se tiene un tiempo de vista de su replicación a través de las colonias después de 24 a 48 horas esto dependiendo directamente de la temperatura y el tipo de agar a usar, la temperatura optima es de aproximadamente 37°C, además se tiene muy en cuenta que esta es una bacteria aeróbica facultativa así que se necesita del oxígeno para poder tener una mayor replicación. (Tumbariski et al., 2023)

**2.1.5.4 *Saccharomyces cerevisiae*.** Esta bacteria tiene unas condiciones específicas para su replicación dependiendo del medio en donde se replique, siendo así que en un medio líquido y rico en nutrientes el tiempo es de aproximadamente de 1.5 a 2 horas a una temperatura de 30°C, cuando se cultiva en agar tiende a tener un tiempo de replicación de aproximadamente 2 a 3 horas y para que se puedan ser visibles se necesita por lo general entre 24 a 48 horas, además se debe proveer unas condiciones anaerobias para poder generar una buena replicación. (Miller et al., 2022)

**2.1.5.5 *Citrobacter sp.*** Esta bacteria tiene diferentes tiempos de replicación dependiendo del medio en el cual se va a llevar pues en un medio liquido esta tiene un tiempo de replicación de entre 4 y 6 horas y 37°C que es la temperatura óptima para el crecimiento, en un agar su tiempo puede aumentar a unos entre 24 a 48 horas aproximadamente también a una temperatura de 37°C. (Aristimuño et al., 2023)

## **2.2 Marco conceptual**

### **Antibióticos promotores de crecimiento (APC)**

Estos son sustancias antimicrobianas que se suelen añadir al alimento de los animales con el fin de mejorar el rendimiento, y promover el crecimiento de estos mismos, aunque tiene un efecto que ayuda al crecimiento también genera unas resistencias a los antibióticos en los seres humanos y al medio ambiente. “Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y

metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso”. (Carro et al., 2002)

### **Probióticos**

Estos son microorganismos vivos, levaduras o bacterias que tienen efectos beneficiosos para la salud cuando son consumidos en las cantidades adecuadas. Se utilizan para mejorar la salud intestinal, promover equilibrio del microbiota, aumentar la resistencia a enfermedades y mejorar la digestibilidad de los alimentos. (Jha et al., 2020).

Beneficios de los probióticos estos organismos tienen muchos usos, pero principalmente el mayor beneficio de estos es ayudar a tener una salud gastrointestinal, mejorando absorción de nutrientes, acabando con la vida de microorganismos patógenos, ayudando a restaurar la flora micro intestinal, además de fortalecer el sistema inmune y puede controlar e síndrome de intestino irritable y diarreas. (Mellon y Desai, 2020)

Costos en cuanto a los costó se encuentran diferentes precios variables dependiendo de los tamaños, pero en un promedio el litro de estos microorganismos eficientes se encuentra cercano a los cien mil pesos colombianos de forma comercial, en cuanto a los caseros que se obtiene los microorganismos del suero de la leche se puede reducir este costo aproximadamente en un 95%, dando a entender que el costo es relativamente menor utilizando un cultivo microbiano casero. (Zanella et al., 2021)

### **3. Metodología**

### 3.1 Tipo de Estudio

El presente estudio realizado es de tipo experimental, donde el objetivo fue el de evaluar dos inclusiones de probiótico casero en la etapa de engorde para evaluar el desempeño productivo y económico del pollo de engorde Ross 308.

### 3.2 Localización

El experimento se realizó en la finca Don Luis ubicada Málaga Santander cuyas coordenadas geográficas son de latitud 6.6960973 y longitud -72.7352396, cuenta con un clima frío de aproximadamente una temperatura media anual de 20°C y una altitud de 2237 m.s.n.m.

**Tabla 1.**

*Ubicación del proyecto*

<b>Datos</b>	<b>Información</b>
	Longitud: -
	72.7352396
Coordenadas geográficas longitud y latitud	Latitud:
	6.69660973
Altitud	2237 msnm
Precipitación anual	450 a 900 mm
Temperatura	11 a 20 ° C
Humedad relativa	70-80 %

### 3.3 Población y Muestra

Se utilizaron 100 pollos Broiler de la línea comercial Ross 308 de un día de edad aproximadamente. Se mantuvieron con las mismas condiciones de temperatura, humedad, se suministró agua a voluntad con multivitamínico al recibimiento, para evitar el estrés posible ocasionado por el transporte, se realizará un pesaje de cada unidad experimental (pollos),

posteriormente a los 21 días de vida serán distribuidos aleatoriamente por tratamiento los animales que fueron pesados en el día uno fue el mismo en el día 21 y 42 ya que se marcaron con una identificación en su pata.

**Tabla 2.**

*Rutina de aplicación de cultivo probiótico para los diferentes tratamientos.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Edad/Días</b>	<b>Cultivo probiótico casero %</b>	<b>Hora de aplicación mañana</b>	<b>Hora de aplicación tarde</b>
<b>T0</b>	1 a 21	0	-	-
	22 a 42	0	-	-
<b>T1</b>	1 a 21	0	-	-
	22 a 42	1	7:00	4:00
<b>T2</b>	1 a 21	0	-	-
	22 a 42	0,5	7:00	4:00

### 3.4 Suplementación

El suministro de alimento se realizó de acuerdo a cada etapa productiva para garantizar que los requerimientos nutricionales e cumplieren en cada una de estas etapas, teniendo en cuenta la adición del cultivo probiótico casero suministrado en cada uno de los tratamientos y en las etapas del ciclo productivo.

**Tabla 3.**

*Determinación de la cantidad de alimento según la etapa productiva del ciclo y los días de vida.*

<b>Etapa productiva</b>	<b>Días de vida</b>	<b>Peso promedio del pollo</b>	<b>Consumo acumulado ave (g)</b>	<b>conversión alimenticia</b>
pre inicio	1 a 7	211	164	0,78
Inicio	8 a 14	535	551	1,03
	15 a 21	1035	1218	1,18
engorde	22a 28	1681	2199	1,31

29 a 35	2421	3843	1,44
35 a 42	3100	5023	1,57

### 3.5 Factor en estudio

Probiótico microbiano casero con *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Saccharomyces cerevisiae*, este cultivo esta dado según la preparación realizada por Gamboa, (Gamboa, 2014) quien lo implemento para un experimento con pollos de engorde Ross 308.

Se realizó una separación de estas especies para poder observar los tiempos de replicación y evidencias de colonias, se llevó a cabo con agares para cada especie según la bibliografía revisada.

Las especies elegidas para este probiótico, se aceptaron por las condiciones que logran generar en el sistema digestivo de los animales y la gran sinergia que tiene en el tracto gastrointestinal y la absorción de los nutrientes en los animales según lo revisado en bibliografía de estudios relacionados con el tema

#### 3.5.1 Elaboración del probiótico

En una báscula o balanza se coloca un recipiente grande, tarando la balanza para poder pesar las materias del cultivo microbiano, se debe agregar el 4 Kg en suero de leche, lentamente se adiciona un 2,1 Kg de melaza y 0,116 Kg de yogurt natural, hasta que se diluya completamente. Se debe añadir con movimientos envolventes el 0,116 Kg de urea, 0,116 Kg sales mineralizadas, 0,116 Kg de harina de maíz, después se procede a agregar el restante, 4,4 Kg de agua, se debe agitar de una forma suave hasta dar como un resultado una mezcla de 10,7 Kg. Se debe llegar a obtener un pH entre 4 y 4,5, este PH debe ser medido diariamente, cuando se llegue a este PH acido se procede a añadir un afrecho o mogolla a la mezcla acidificada en una proporción de 60-

40 (10,7 Kg de mezcla preparada=40% y 7,24 Kg de mogolla= 60%) para dejar desecar al ambiente e incorporar a la dieta. (Gamboa 2014)

### ***3.5.2 Medición de tasa de replicación de probióticos***

Se llevó a cabo la preparación de medios de cultivo como lo son los agares específicos para la identificación de las bacterias como lo son *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Se realizó la esterilización de cajas de Petri en la autoclave durante quince minutos a una temperatura de 121°C, una presión de 1 atmosfera y un tiempo de 15 minutos, después de eso se les retira toda la humedad para proceder a envolver en papel kraft para enviar al horno durante 2 horas a una temperatura de 180 grados para tener una esterilización adecuada y evitar contaminaciones, este proceso también se realizó con las pipetas graduadas de 5-10 mililitros y 5 tubos tapa rosca.

Después de tener el material de laboratorio esterilizado se procedió a la preparación de los agares en Erlenmeyers, se procedió a elevar la temperatura de una plancha de calentamiento para poder diluir cada agar en agua destilada y disolver según las indicaciones de cada uno de estos, también se realizó una solución de agua peptona.

Se procedió a generar unas fiolas con los Erlenmeyer que contenían los agares preparados, donde se realizó una torunda con algodón y se recubrió con gasas y se procedió a sellar el Erlenmeyer después se puso una capa de papel aluminio para evitar infiltraciones de humedad al agar, asegurando el papel con cinta de enmascarar.

Se llevó a la autoclave las fiolas y los tubos tapa rosca para generar el último proceso de preparación, mientras se llevaba a cabo el proceso de auto clavado se preparó el mesón don una

desinfección mediante alcohol isopropilico, la colocación y encendido de seis mecheros para asegura una zona estéril a la hora de la siembra de los microorganismos.

Después de verificar que el cultivo microbiano casero obtuvo un pH acido de 4 a 4,5. Se generó una dilución en agua peptona en los tubos tapa rosca del probiótico donde se tomó un mililitro de la preparación del cultivo microbiano casero generando muestras desde diez a la menos uno hasta diez a la menos cinco para poder observar la cantidad de unidades formadoras de colonia se evidencian en cada dilución.

Se procedió a marcar cada caja de Petri por la parte posterior con el tipo de agar y la cantidad de dilución que tendría está adentro, se tuvieron diez cajas de Petri de cada agar generando así dos cajas de Petri por cada dilución desde diez a la menos uno hasta diez a la menos cinco, se agregó un mililitro a cada caja de Petri, para después agregar aproximadamente veinte mililitros de cada agar.

Los agares nutritivo y MRS se llevaron a la incubadora a una temperatura de treinta y seis grados centígrados durante cuarenta y ocho horas, mientras que el agar malta se manejó en una temperatura de veinticinco grados centígrados durante un tiempo de setenta y dos horas.

Todas las cajas de Petri con agar preparado y cultivo sembrado se introdujeron embaladas con papel film para evitar alguna contaminación posible entre la incubadora y el medio de cultivo.

Luego del tiempo requerido en cada una de las incubaciones se retiraron los cultivos y se llevaron a conteo manual de colonias en cada uno de los medios tomando los datos promedio de unidades formadoras de colonia por cada uno de los agares y diluciones.

Se generó una tabla en la cual se evidenciaron los resultados de la preparación de cultivos y las concentraciones de unidades formadoras de colonias con las diferentes diluciones.

### ***3.5.3 Identificación de probióticos en cultivo casero***

Se realizó una caracterización morfológica de las colonias teniendo en cuenta la forma, color, borde. Después de esto se realizó una tinción de Gram de cada uno de los diferentes agares para poder generar un análisis microscópico de las bacterias y levadura estudiadas, como lo son *Lactobacillus spp*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales son Gram positivas lo que significa que tendrán una tinción de color purpura por fuera y dentro de sus estructuras.

Las bacterias como *Lactobacillus Bulgaricus* y *Lactobacillus Acidophilus* se pueden identificar mediante crecimiento en MRS (MAN, ROGOSA y SHARPE) agar especializado para el crecimiento de lactobacilos generando hace que las colonias sean más visibles e identificables de cada una de estas especies, las bacterias de *Bacillus subtilis* son más reconocibles sus colonias en un agar nutritivo, generando una diferencia en cuanto a la forma de la colonia de fácil identificación.

La identificación de las levaduras también se logra realizar con una tinción diferente, como lo es la tinción con Lactofenol azul la cual permite ver las estructuras como las esporas que emiten estos microorganismos.

Se realizó la observación de placas teñidas con tinción de Gram y Lactofenol azul de cada una de las diluciones realizadas para cada agar específico, generando una observación de microorganismos para poder realizar una correcta identificación de los microorganismos esperados en el cultivo probiótico microbiano casero, esta identificación se logra a través de un microscopio óptico con un objetivo de 100X y aceite de inmersión para lograr una vista clara de las estructuras.

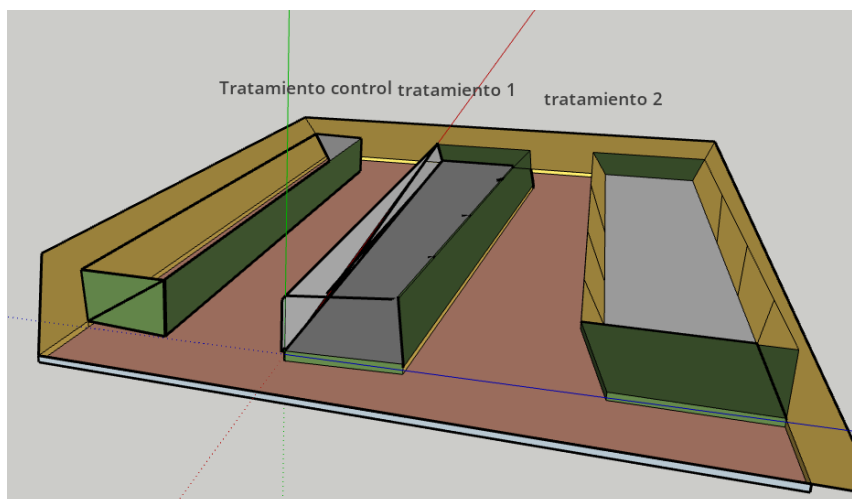
### 3.6 Diseño experimental

Se ejecutó un diseño experimental completamente aleatorizado con tres tratamientos (un tratamiento control + dos tratamientos suplementados) cada tratamiento con treinta y una repeticiones en cada tratamiento que fueron cada animal del tratamiento.

- **Total, de pollos iniciales: 93**
- **Distribución de los pollos**
- **Tratamiento 1: 31 pollos**
- **Tratamiento 2: 31 pollos**
- **Tratamiento control: 31 pollos**

#### Figura 1

*Distribución del galpón en el diseño experimental*



Esta división se realizó con el fin de tener las condiciones ambientales bajo control de igual forma en todas las aves. Donde cada una de las aves será unidad experimental.

Cada tratamiento empezó con 31 réplicas o animales por cubículo. El tratamiento 1 estuvo dado en la adición de un 1 % de cultivo probiótico en la dieta de las aves, el tratamiento 2 estuvo dado en la adición de un 0,5 % de cultivo probiótico en la dieta de las aves.

El tratamiento control tratamiento 0 fue un tratamiento negativo en cuanto al uso de antibióticos como promotores de crecimiento y de niveles de inclusión de cultivo probiótico.

### **3.7 Materiales y métodos**

#### ***3.7.1 Preparación de equipos de avicultura y el galpón***

Se llevó a cabo el establecimiento de un galpón de 15 metros cuadrados, teniendo divisiones para los diferentes tratamientos, se realizó una primera desinfección de este sitio con cal agrícola generando una asepsia en el suelo de este sitios, después se procedió a la desinfección con yodo al 10%, la cual se preparó diluyendo medio litro de desinfectante en 5 litros de agua, los equipos como los bebederos, comederos se desinfectaron con una solución de hipoclorito en proporción de 50 ml de hipoclorito por 16 litros de agua, se agregó una cama de cascarilla de arroz de aproximadamente unos 15 cm, se generó una cámara de cría o bunker de aproximadamente 1,2 metros cuadrados, la cual se precalentó 12 horas antes de la llegada de los pollos.

#### ***3.7.2 Evaluación de indicadores productivos***

Se evaluaron los siguientes índices productivos como lo son:

##### **Peso final de cada animal (g)**

Peso inicial: se pesará las aves de 1 día de edad (g) y se llevaran registros de esto.

Peso semanal: se registrará el peso semanal de cada animal (g) teniendo este mismo cada semana siendo así el primer pesaje semanal a los 7 días de edad, el segundo a los 14 días, el tercero a los 21 días, el cuarto a los 28 días, el quinto a los 35 días y un sexto pesaje a los 42 días. (Lee et al., 2021)

### **Ganancia de peso diaria (g)**

Generalmente, se mide por gramos diarios que consume un ave (g/ave/día). Se llevó a cabo un pesaje semanal para saber cuál es la ganancia de peso semanal durante las 6 semanas de producción de pollo Ross 308. Se realizará el pesaje los días 7, 14, 21, 28, 35, 42 del ciclo productivo. (Narin et al., 2021)

$$\text{GPD} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial} / \text{número de días}$$

### **Ganancia de peso acumulada**

Esta se realizó usando la Sumatoria de la ganancia de peso diaria del día 21 al 42. (Narin et al., 2021)

$$\Sigma = \text{GPD (día 21 al 42)}$$

Donde:

$$\Sigma = \text{sumatoria}$$

GPD= ganancia de peso diario

### **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se calculó semanalmente teniendo en cuenta el alimento que se consumen las aves en una semana y la ganancia de peso de estas mismas en el mismo tiempo, analizando la elación que tiene el alimento consumido en cuanto a la ganancia de peso. Esta será analizada los días 7, 14, 21 28, 35, 42 con los resultados obtenidos de la ganancia de peso y l alimento consumido. (García, 2022)

$$\text{CA} = \text{AC/GP}$$

Donde:

CA= conversión alimenticia

AC= alimento consumido

GP= ganancia de peso

### **Eficiencia americana.**

Se calculó teniendo en cuenta, el peso promedio de los animales multiplicándolo por 100 y dividiéndolo entre el indicador de la conversión alimenticia. Se realizará en los días 21 y 42. (Khan et al., 2023)

Peso promedio en kilogramos \*100/CA

Dónde: CA= conversión alimenticia

### **Índice de productividad**

Se calculó de forma que la eficiencia americana sea multiplicada por 100 y después sea dividida entre el índice de conversión alimenticia, se realizara con los animales el día 21 y 42. (Khan et al., 2023)

EA\*100/CA

### **Rendimiento en canal**

Se calculó con una relación entre el peso vivo del animal, y el peso de la canal dando como resultado el porcentaje de rendimiento o carne que se produjo después de realizar el beneficio, para saber las perdidas en viseras y plumas del animal. Se realizará el día 42 o 43 del ciclo productivo considerando tener los pesos vivos óptimos. (Abd, 2020)

RC= PC/PV\*100

Donde:

RC= rendimiento en canal

PC= peso de la canal

PV= peso vivo

### **Mortalidad**

La mortalidad se calculó teniendo en cuenta la cantidad de animales vivos al inicio del ciclo productivo, que representaran un 100%, analizando los animales muertos en una regla de tres simple, nos dará el porcentaje de mortalidad que se obtuvo. (Khan et al., 2023)

$$M = AM/AVI \times 100$$

Donde:

M= mortalidad

AM= animales muertos

AVI= animales vivos al inicio

Se realizó una evaluación con un análisis de varianza ANOVA ONE WAY para poder identificar si se encuentran diferencias significativas en los tratamientos 1 y 2 con relación al tratamiento control.

### **3.8 Análisis estadístico y curvas de crecimiento**

Para poder determinar el efecto que tuvieron los probióticos en los diferentes tratamientos experimentales sobre cada una de las variables calculadas, se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, con el cual los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando la herramienta estadística R estudio donde se realizó la comparación de medias en base a la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$\mu$ : es la media

$\tau_i$ : son los tratamientos

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental

Para el ajuste realizado a las curvas de crecimiento a un modelo lineal, un modelo experimental y a un modelo polinomio, donde se utilizó un mínimo de cuadrados, empleándose la técnica de análisis numérico permitiendo encontrar una función continua, adecuándose al criterio de mínimo error cuadrático por medio del programa estadístico R estudio, de otra manera los datos fueron sometidos a los modelos no lineales de Gompertz (MNLG), modelo no lineal Von Bertalanffy (MNLV), modelo no lineal Logístico (MNLL), modelo no lineal de Richards (MNLR) y se eligió el que se ajustó de mejor manera a las curvas de crecimiento.

**Tabla 4.**

*Modelos No lineales*

<b>Modelo</b>	<b>Ecuación</b>
Gompertz	$y = \beta^0 e^{-\beta^1 e^{-\beta^2 t}}$
Von Bertalanffy	$y = \frac{\beta}{(1 + \beta \cdot e^{-\beta t})}$
Logístico	$y = \beta^0 (1 - \beta^1 \cdot e^{-\beta^2 t})^3$
Richards	$y = \beta^0 (1 + \beta^1 \cdot e^{-\beta^2 t})^{\beta^3}$

*Nota:* esta tabla muestra las ecuaciones de los modelos estadísticos que se utilizaron en el experimento.

### **3.8.1 Estudio costo de producción**

Para poder dar una identificación de los indicadores económicos del estudio se identificaron los siguientes parámetros:

Cálculo de utilidad:  $U=I-C$  en la cual,  $I$  son los ingresos totales y  $C$  representa los costos de producción.

Costo beneficio:  $C/B= I-C$  en la cual,  $I$  representa los ingresos totales y  $C$  los costos de producción.

Ingresos de producción:  $I= B*Pc$  en la cual,  $B$  representa los pollos ingresados y  $Pc$  el precio comercial.

Costos de producción:  $C= Cy+Cf$  en la cual,  $Cy$  representa los costos variables y  $Cf$  los costos fijos.

**3.8.2 Temperatura y humedad relativa**

Los datos de temperatura (°C) y humedad (%) relativa se tomaron a partir del día 1 hasta el día 42 de la fase experimental, se utilizó un termohigrómetro digital para registrar los niveles variables de estos dos factores ambientales.

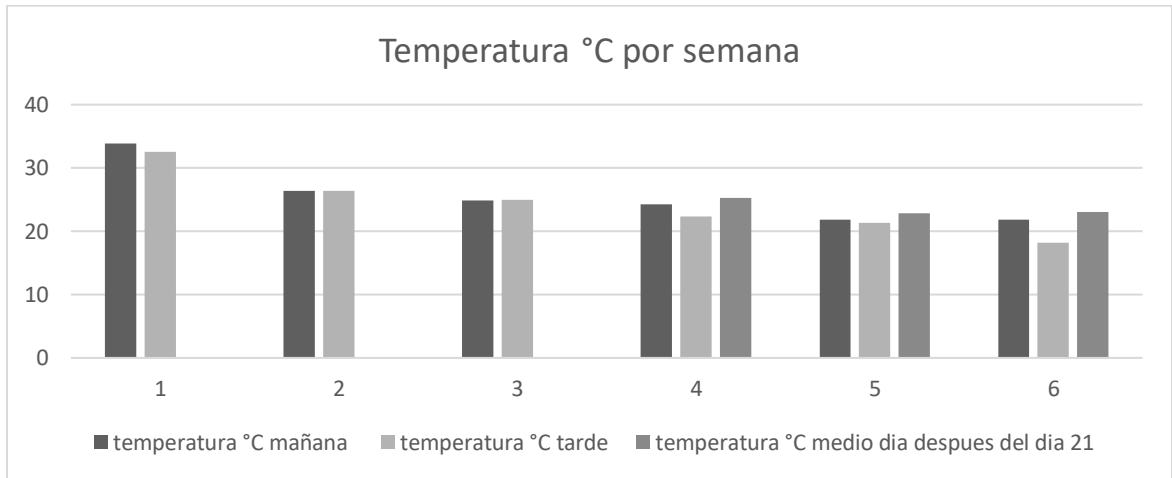
**Tabla 5.**

*Medición de temperatura (°C) y humedad (%) por semanas durante el experimento.*

Semana	Temperatura °C			Humedad %			
	mañana	Tarde	medio día después del día 21	semana	Mañana	tarde	medio día después del día 21
1	33,82857143	32,5571429	-	1	49,42857143	53	-
2	26,35714286	26,3714286	-	2	65,71428571	63,1428571	-
3	24,85714286	24,9714286	-	3	59,14285714	58,2857143	-
4	24,21428571	22,3142857	25,2285714	4	62,28571429	73,1428571	57,8571429
5	21,78571429	21,3428571	22,8857143	5	71,57142857	84,2857143	62
6	21,81428571	18,2	23,0571429	6	71	88	63,1428571

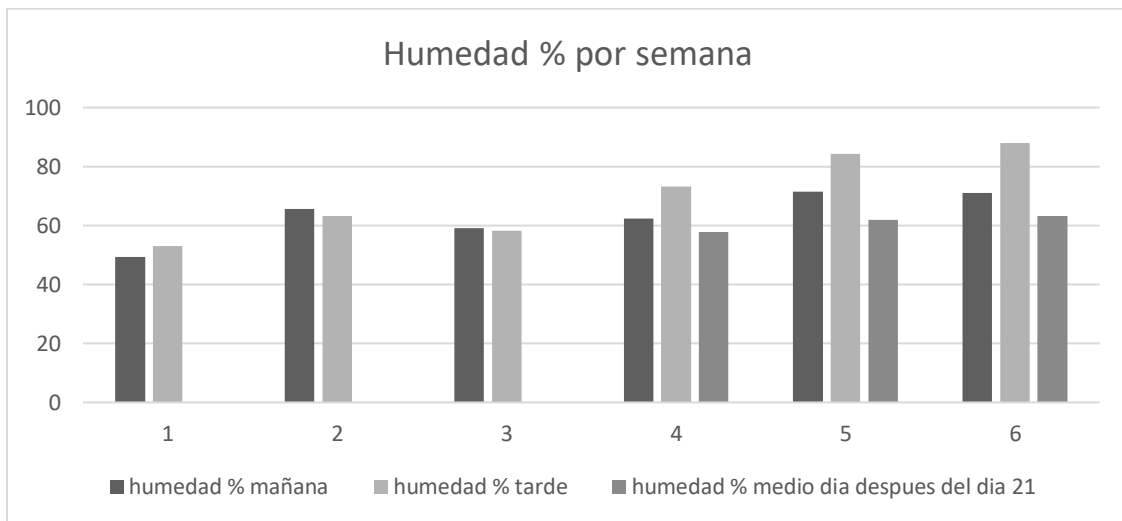
**Figura 2**

*Medición de la temperatura durante el ciclo productivo por promedio en semanas.*



**Figura 3**

*Medición de la humedad % durante el ciclo productivo por promedio en semanas*



**3.9 Costos**

**Tabla 6.**

Costos Infraestructura

costos infraestructura				
producto	unidad medida	valor unitario	cantidad	valor total
tejas	pieza	\$ 20.000,00	16	\$ 320.000,00
parales	pieza	\$ 20.000,00	6	\$ 120.000,00
malla	rollo	\$ 45.000,00	1	\$ 45.000,00
separaciones	seccion	\$ 2.500,00	16	\$ 40.000,00
cemento	bulto	\$ 31.500,00	4	\$ 126.000,00
arena	metro cubico	\$ 60.000,00	1	\$ 60.000,00
serchas	pieza	\$ 10.000,00	4	\$ 40.000,00
tubo pvc	pieza	\$ 11.000,00	4	\$ 44.000,00
cable electrico calibre 18	metros	\$ 550,00	40	\$ 22.000,00
valor total				\$ 817.000,00

**Tabla 7.***Costos de producción*

costos de produccion				
producto	unidad medida	valor unitario	cantidad	valor total
animales	caja por 100	\$ 380.000,00	1	\$ 380.000,00
alimento	bulto	\$ 102.000,00	11	\$ 1.122.000,00
bebederos de volteo	pieza	\$ 20.000,00	3	\$ 60.000,00
comederos	pieza	\$ 20.000,00	3	\$ 60.000,00
calefaccion primeros 7 dias	bombona	\$ 100.000,00	1,5	\$ 150.000,00
mano de obra	dia	\$ 10.000,00	50	\$ 500.000,00
calefaccion	bombillos	\$ 3.000,00	6	\$ 18.000,00
insumos	unidad	\$ 50.000,00	1	\$ 50.000,00
valor total				\$ 2.340.000,00

**Tabla 8.***Costos del cultivo microbiano casero*

costos produccion de probioticos				
producto	unidad medida	valor unitario	cantidad	valor total
suero de leche	litros	\$ 2.000,00	4	\$ 8.000,00
melaza	Bidon x1 galon	\$ 20.000,00	1	\$ 20.000,00
urea	kilogramos	\$ 9.000,00	0,116	\$ 1.044,00
sal mineralizada	kilogramos	\$ 4.000,00	0,116	\$ 464,00
agua	litros	\$ 1.000,00	4,2	\$ 4.200,00
yogurt	kilogramos	\$ 15.000,00	0,116	\$ 1.740,00
mogolla de trigo	kilogramos	\$ 1.500,00	3	\$ 4.500,00
valor total				\$ 39.948,00

**Tabla 9.***Costos de análisis de probióticos*

costos de analisis de probiotico				
producto	unidad de medida	valor unitario	cantidad	valor total
agar MRS	kilogramos	\$ 820.000,00	0,5	\$ 410.000,00
agar malta	kilogramos	\$ 800.000,00	0,1	\$ 80.000,00
agar nutritvo	kilogramos	\$ 1.016.000,00	0,1	\$ 101.600,00
papel aluminio	rollo	\$ 7.000,00	1	\$ 7.000,00
papel film	rollo	\$ 8.000,00	1	\$ 8.000,00
guantes de nitrilo	par	\$ 1.000,00	25	\$ 25.000,00
tapabocas	pieza	\$ 1.000,00	25	\$ 25.000,00
cofias	pieza	\$ 800,00	25	\$ 20.000,00
alcohol	litro	\$ 8.000,00	2	\$ 16.000,00
fosforera	pieza	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
papel craft	pliego	\$ 1.000,00	6	\$ 6.000,00
cinta de enmascarar	rollo	\$ 4.500,00	3	\$ 13.500,00
algodón	paquete	\$ 5.000,00	1	\$ 5.000,00
gasas	paquete	\$ 1.000,00	5	\$ 5.000,00
grafo permanente	pieza	\$ 3.000,00	1	\$ 3.000,00
valor total				\$ 728.100,00

**Tabla 10.***Costos totales*

costo total del experimento	
suma de todos los costos	\$ 3.925.048,00

En esta tabla se muestra la suma de todos los costos durante el experimento.

**Tabla 11.**

*Cálculo de la utilidad sin contar los demás costos*

ingresos totales		costos de producción	cálculo de la utilidad
venta de producto para consumo	venta de subproducto	Total de costos producción	-\$ 627.200,00
\$ 1.656.800,00	\$ 56.000,00	\$ 2.340.000,00	

**Tabla 12.**

*Cálculo de ingresos de la venta del producto*

Pollos ingresados	Precio comercial	Ingresos de producción
55	\$ 30.123,64	\$ 1.656.800,00

## 4. Resultados

### 4.1 Replicación, crecimiento y conteo de los probióticos.

Se realizó una replicación de los probióticos desde la preparación de este mismo según la bibliografía mencionada por Gamboa (2014), esto se llevó a cabo en las instalaciones de laboratorio de la Universidad Industrial de Santander.

Se realizaron pruebas de crecimiento en diferentes medios de cultivo como lo son, agar MRS, agar malta, agar nutritivo y agua peptona; en diferentes concentraciones tomando una muestra de un mililitro directamente desde el cultivo microbiano casero para posteriormente añadir a nueve mililitros de agua peptona y llevar a una dilución de diez a la menos cinco generando un medio en el cual se verían gradualmente las concentraciones de probióticos. Se añadió un mililitro de cada uno de los cinco contenedores de agua peptona en cajas de Petri para posteriormente llenar con agares estas mismas, se tuvieron diez cajas de Petri por cada agar; malta, nutritivo y MRS, dejando en incubación por cuarenta y ocho horas para el agar nutritivo y el agar MRS, y setenta y dos horas para el agar malta.

Después del tiempo de incubación se realizó un conteo de colonias en cada una de las cajas de Petri dando un promedio de colonias por cada una de las diluciones realizadas, se procedió con una tinción de Gram para las diluciones de los agares MRS y nutritivo, para después realizar la observación y confirmación de los probióticos.

Se tuvieron los siguientes crecimientos de colonias, después se replicó en el agar MRS dos veces más, una de sextas con un menor pH.

**Tabla 13.**

*Crecimiento Microbiano*

Agar	Conteo unidades formadoras de colonia				
	UFC 10 <sup>-1</sup>	UFC 10 <sup>-2</sup>	UFC 10 <sup>-3</sup>	UFC 10 <sup>-4</sup>	UFC 10 <sup>-5</sup>
MRS	>1600	>1600	>1600	<1500	<1300
Nutritivo	>1600	>1600	>1600	>1600	>1500
Malta	>600	>496	>280	<200	<140

**Tabla 14.**

*Replicación de crecimiento en agar MRS*

conteo unidades formadoras de colonia					
agar	UFC 10 <sup>-1</sup>	UFC 10 <sup>-2</sup>	UFC 10 <sup>-3</sup>	UFC 10 <sup>-4</sup>	UFC 10 <sup>-5</sup>
MRS	>1600	>1600	>1600	>1500	<1200

**Tabla 15.**

*Replicación crecimiento en agar MRS*

conteo unidades formadoras de colonia					
agar	UFC 10 <sup>-1</sup>	UFC 10 <sup>-2</sup>	UFC 10 <sup>-3</sup>	UFC 10 <sup>-4</sup>	UFC 10 <sup>-5</sup>
MRS pH menor a 4	>1600	<800	<400	<80	<20

En la replicación de el probiotico en los diferentes medios de cultivo se observo un crecimiento mayor en el medio nutritivo seguido por el medio MRS, mientras que el medio malta tuvo menores conteos, lo que indica variaciones en la adaptación de los microorganismos con el medio de sustrato, esto da una muestra de que cantidad de microorganismos se encuentran en el probiotico casero, dando lugar a tener certeza de que se encuentran lactobacilos, levaduras entre otros organismos beneficos para los animales.

## **4.2 Parámetros productivos**

### ***4.2.1 Peso final de cada animal***

En la tabla 17 se puede observar, los pesos de un porcentaje de animales tomados semanalmente con los que se trabajaron dentro del proyecto.

### **Tabla 16.**

*Peso final de cada animal*

Peso final de cada animal							
Número de pollo por tratamiento	peso día 1	peso día 7	peso día 14	peso día 21	peso día 28	peso día 35	peso día 42
T2 p1	35	200	526	859	1410	2162	3050
T2 p2	36	204	530	925	1490	2320	3205
T2 p3	35	204	529	908	1420	1981	2350
T2 p4	38	205	530	849	1362	1057	1240
T2 p5	40	210	534	726	1157	1424	3240
T2 p6	39	209	532	878	1410	2275	2900
T1 p1	38	208	532	823	1364	2048	2922
T1 p2	36	206	528	859	1392	2172	2850
T1 p3	37	205	529	766	1351	2030	2648
T1 p4	35	200	525	687	1261	1889	2740
T1 p5	40	211	535	758	1218	1904	2750
T1 p6	42	212	537	709	1237	1870	2100
T0 p1	38	208	529	991	1523	2149	2790
T0 p2	36	206	531	803	1315	2159	2845
T0 p3	36	206	530	814	1370	2032	2302
T0 p4	37	208	532	903	1430	1724	1825
T0 p5	38	209	534	906	1392	1811	2038
T0 p6	39	210	535	789	1260	2204	2954

#### 4.2.3 Ganancia de peso diaria

A continuación se presenta la tabla con la relación de la ganancia de peso y los datos de un porcentaje de animales.

#### Tabla 17.

##### *Ganancia de peso diaria*

Número de pollo por tratamiento	peso día 1	peso día 42	Ganancia de peso	Ganancia de peso diaria
1	35	3050	3015	73,5365854
2	36	3205	3169	77,2926829
3	35	2350	2315	56,4634146
4	38	1240	1202	29,3170732
5	40	3240	3200	78,0487805
6	39	2900	2861	69,7804878
1	38	2922	2884	70,3414634
2	36	2850	2814	68,6341463
3	37	2648	2611	63,6829268
4	35	2740	2705	65,9756098
5	40	2750	2710	66,097561
6	42	2100	2058	50,195122
1	38	2790	2752	67,1219512
2	36	2845	2809	68,5121951
3	36	2302	2266	55,2682927
4	37	1825	1788	43,6097561
5	38	2038	2000	48,7804878
6	39	2954	2915	71,097561

**4.2.4 Ganancia de peso acumulada**

**Tabla 18.**

*Ganancia de peso tratamiento 0*

Tratamiento 0					
Pollo 1	Pollo 2	Pollo 3	Pollo 4	Pollo 5	Pollo 6
199	140	147	125	154	121
52	87	34	48	49	60
90	-14	65	25	33	75
74	226	49	139	126	90
85	71	167	118	112	78
32	2	94	72	12	47
41	193	44	123	140	166
	17	110	167	13	78

89	46	22	43	131	
38	109	60	-13	127	
224	171	-14	45	139	
91	-49	29	92	69	
192		-93	99	134	
189		68	-82	155	
-43		-11	-87	151	
125		-90	-22	231	
182		39	-80	149	
166		-27		-32	
-29		78		149	
96		44		47	
573	2042	987	922	634	2165

**Tabla 19.***Ganancia de peso tratamiento 1*

Tratamiento 1						
Pollo 1	Pollo 2	Pollo 3	Pollo 4	Pollo 5	Pollo 6	
118	186	128	141	103	131	
41	61	78	57	78	64	
109	55	81	97	52	98	
112	94	168	113	114	101	
88	112	70	83	57	66	
73	25	60	83	56	68	
120	121	109	51	142	44	
94	17	100	94	12	42	
70	133	82	69	48	182	
46	249	119	130	137	55	
181	38	46	55	93	136	
45	54	174	100	160	84	
128	168	49	129	94	90	
82	78	130	121	144	97	
182	-24	60	28	31	152	
161	179	150	179	181	87	
95	167	234	173	108	164	
34	104	58	62	86	152	
200	29	88	128	26	14	
98	217	100	68	260	214	

2077	2063	2084	1961	1982	2041
------	------	------	------	------	------

**Tabla 20.***Ganancia de peso tratamiento 2*

Tratamiento 2						
Pollo 1	Pollo 2	Pollo 3	Pollo 4	Pollo 5	Pollo 6	
107	139	117	176	121	103	
59	141	84	64	60	-71	
116	77	73	68	34	300	
67	50	110	79	78	75	
166	150	66	70	128	127	
36	8	62	56	10	-2	
55	55	100	43	25	50	
86	90	38	143	122	175	
107	130	162	101	87	25	
13	42	-18	31	-30	115	
119	87	33	25	33	71	
260	262	208	375	80	239	
112	164	38	-23	-50	190	
203	89	108	48	-135	167	
57	129	3		-83	60	
162	167	18		164	158	
140	198	140		-35	290	
208	130	37		-106	116	
78	116	63		-79	80	
40	56	0		90	94	
2191	2280	1442	1256	514	2362	

#### 4.2.5 Conversión alimenticia

**Tabla 21.***Conversión alimenticia*

Ganancia de peso	consumo de alimento	promedio conversión
3015	4990	1,83353101
3169	4990	
2315	4990	
1202	4990	
3200	4990	
2861	4990	
2884	4990	
2814	4990	
2611	4990	
2705	4990	
2710	4990	
2058	4990	
2752	4990	
2809	4990	
2266	4990	
1788	4990	
2000	4990	
2915	4990	

**4.2.6 Eficiencia americana**

**Tabla 22.**

*Eficiencia americana*

Promedio conversión	Promedio peso en kilogramos	Eficiencia americana
1,833531	2,5971667	141,64836

**4.2.7 Índice de productividad**

**Tabla 23**

*Índice de productividad*

Viabilidad	Promedio peso kg	Edad	promedio conversión	índice de productividad
55	2,59716	42	1,83353101	185,4914282

**4.2.8 Rendimiento en canal**

**Tabla 24.**

*Rendimiento en canal*

Tratamiento	Peso vivo	Peso en canal	Rendimiento en canal	Promedio rendimiento en canal
2	3050	2401	78,72131148	
2	3205	2538	79,18876755	
2	2350	1740	74,04255319	
2	1240	698	56,29032258	
2	3240	2582	79,69135802	
2	2900	2314	79,79310345	
1	2922	2079	71,14989733	73,48320855
1	2850	2224	78,03508772	
1	2648	2012	75,98187311	
1	2740	2160	78,83211679	
1	2750	1993	72,47272727	
1	2100	1450	69,04761905	
0	2790	2152	77,13261649	
0	2845	2200	77,32864675	
0	2302	1630	70,80799305	
0	1825	1180	64,65753425	
0	2038	1305	64,03336605	
0	2954	2230	75,49085985	

**4.2.9 Mortalidad**

**Tabla 25.**

*Mortalidad*

	tratamiento 0	tratamiento 1	tratamiento 2
Número de animales al inicio	31	31	31
Número de animales muertos	24	6	10
Porcentaje de mortalidad	77,41935484	19,35483871	32,25806452

**4.2.10 Comparación modelos estadísticos bajo el Criterio de Información Akaike**

**Tabla 26.**

*Comparación de modelos estadísticos bajo el criterio de información Akaike*

Tratamiento	Modelo	AIC
T0	Von Bertalanffy	233.898
T0	Gompertz	230.860
T0	Richards	231.121
T1	Von Bertalanffy	249.360
T1	Gompertz	240.776
T1	Richards	210.164
T2	Von Bertalanffy	238.648
T2	Gompertz	231.804

T2	Richards	223.065
----	----------	---------

**Tabla 27.**

*Interpretación de la comparación de modelos*

Tratamiento	Mejor modelo	AIC	Interpretación
T0	Gompertz	230.86	Mejor ajuste entre los tres modelos
T1	Richards	210.16	Claramente el mejor ajuste
T2	Richards	223.06	Mejor ajuste

**Tabla 28.**

*Interpretación crecimiento por tratamiento*

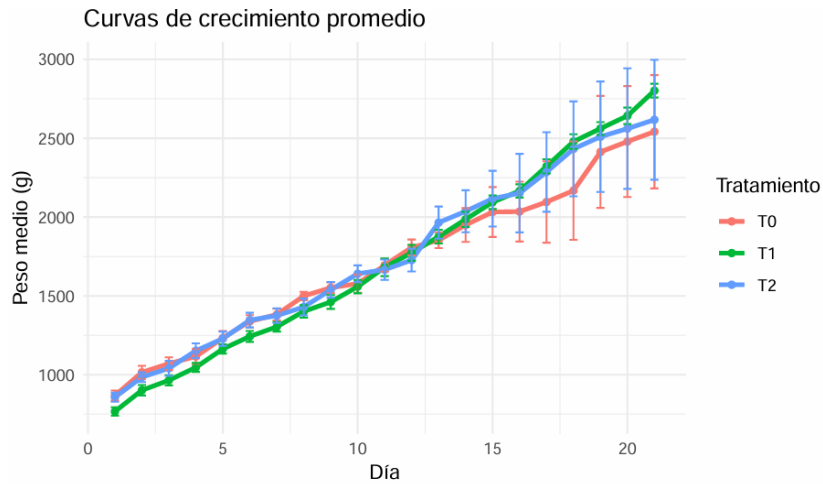
Tratamiento	b0	b1	b2	Interpretación
T0	4000	1.578	0.056	crecimiento más lento
T1	4000	1.824	0.071	crecimiento más rápido
T2	4000	1.653	0.064	crecimiento intermedio

*Nota:* en esta tabla se observa una comparación del crecimiento entre los tratamientos.

**4.2.11 Gráficos de peso**

**Figura 4**

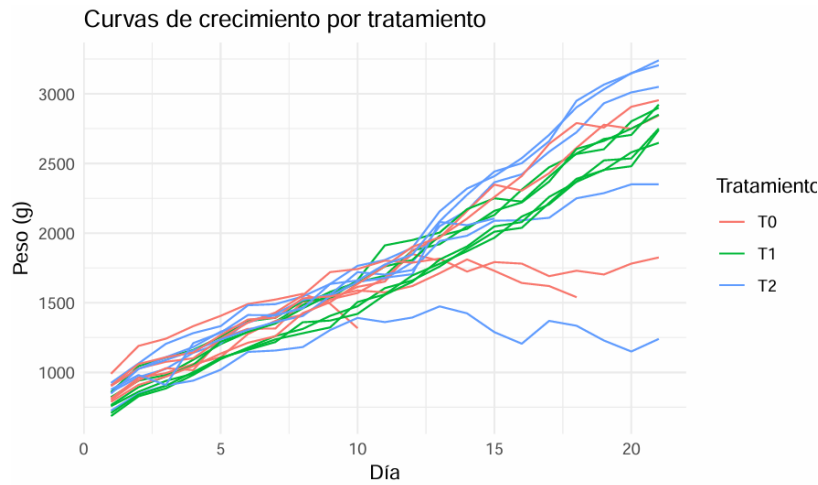
*Curva de crecimiento promedio por tratamientos.*



La gráfica muestra un crecimiento similar al inicio; sin embargo, en la fase final T1 y T2 superan al control (T0), destacándose T1 con el mayor peso, lo que evidencia el efecto positivo del probiótico en el rendimiento productivo.

**Figura 5**

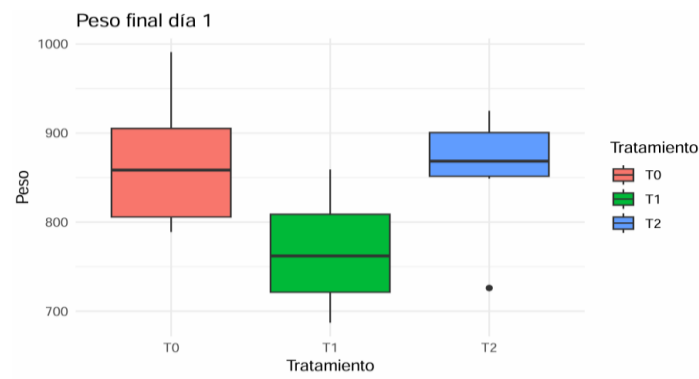
*Curvas de crecimiento animales por tratamiento.*



La gráfica muestra mayor variabilidad entre individuos a lo largo del tiempo; sin embargo, en la fase final los tratamientos con probiótico (T1 y T2) alcanzan mayores pesos que el control (T0), destacándose T1 por su mayor uniformidad y T2 por los mayores pesos máximos.

**Figura 6**

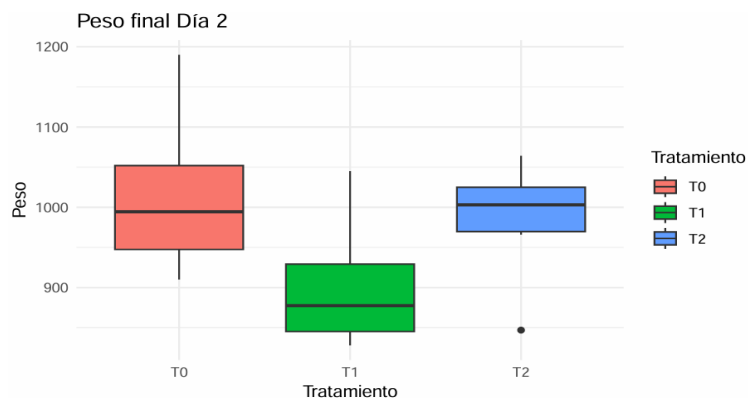
*Diagrama de cajas peso del día uno con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica se observa el peso de los animales por tratamiento en el primer día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se evidencia que el tratamiento control (T0) presenta un mayor peso inicial, sin embargo, esta diferencia puede atribuirse a la variabilidad inicial de los animales ya que corresponde a una etapa temprana del ensayo.

### Figura 7

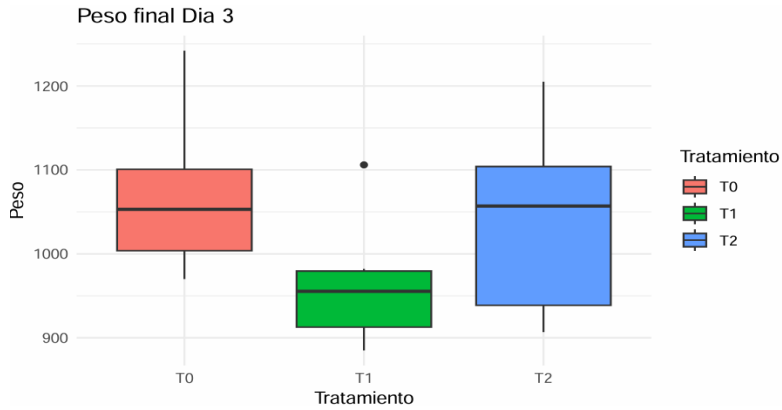
*Diagrama de cajas peso del día dos con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica se observa el peso de los animales por tratamiento en el segundo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se evidencia que el tratamiento control (T0) presenta un mayor peso inicial, sin embargo, esta diferencia puede atribuirse a la variabilidad inicial de los animales ya que corresponde a una etapa temprana del ensayo.

**Figura 8**

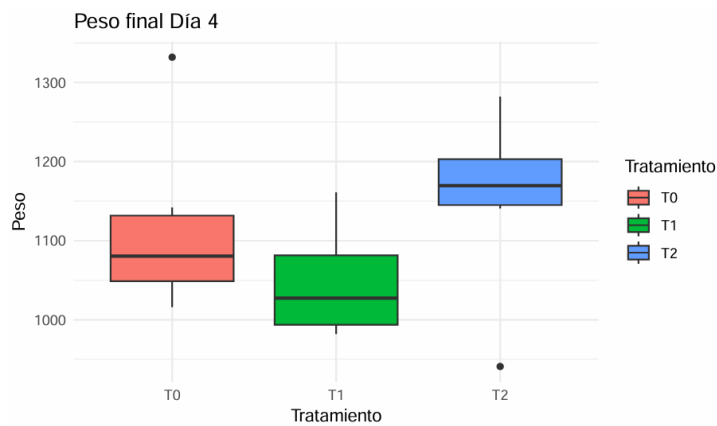
*Diagrama de cajas peso del día tres con la suplementación del probiótico casero.*



El diagrama de cajas muestra que T2 presenta la mayor mediana de peso en el día 3, mientras que T1 registra los valores más bajos. T2 evidencia mayor variabilidad entre individuos y T1 un comportamiento más homogéneo. Además, se observa un valor atípico en T1.

**Figura 9**

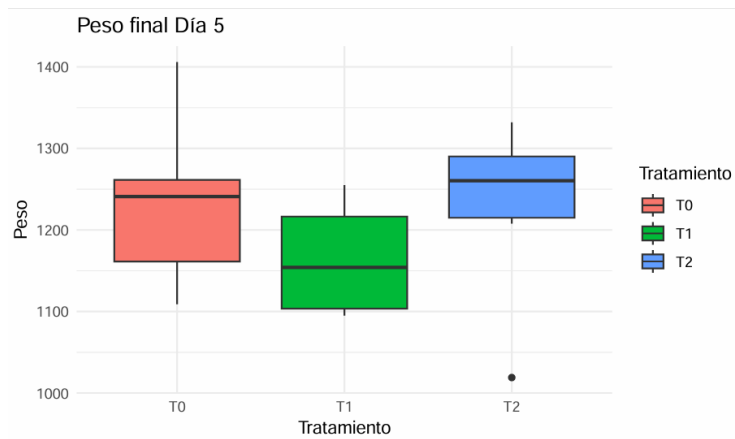
*Diagrama de cajas peso del día cuatro con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica se observa el peso de los animales por tratamiento en el cuarto día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un mayor peso en el tratamiento dos en comparación de los otros tratamientos.

**Figura 10**

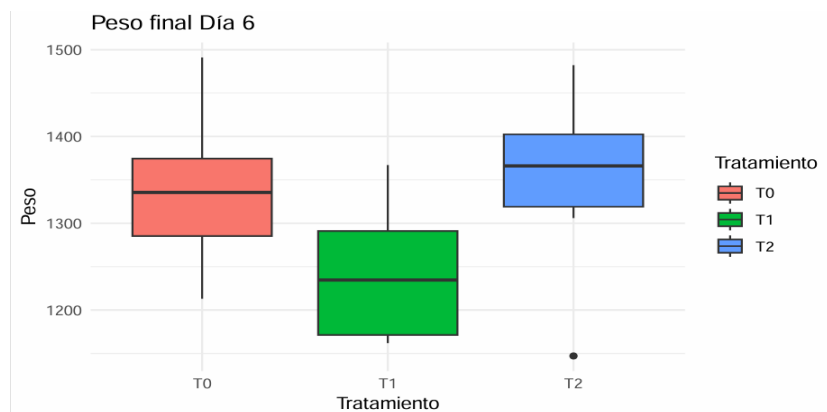
*Diagrama de cajas peso del día cinco con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el quinto día de la etapa de suplementación con probiótico donde se observa un mayor peso en el tratamiento dos en comparación de los otros tratamientos.

**Figura 11**

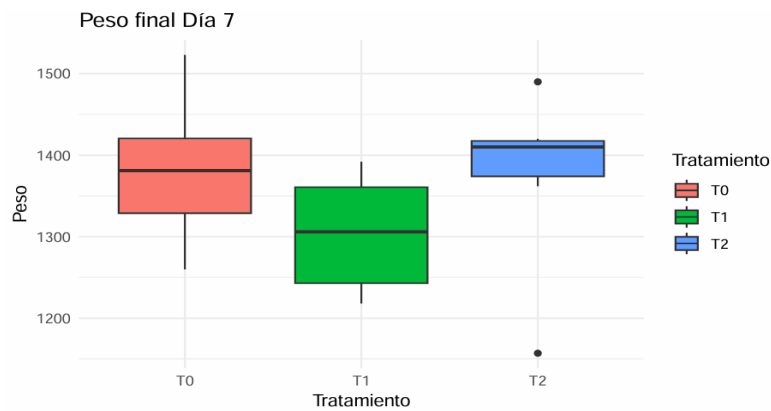
*Diagrama de cajas peso del día seis con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el sexto día de la etapa de suplementación con probiótico donde se observa un mayor peso en el tratamiento dos en comparación de los otros tratamientos.

**Figura 12**

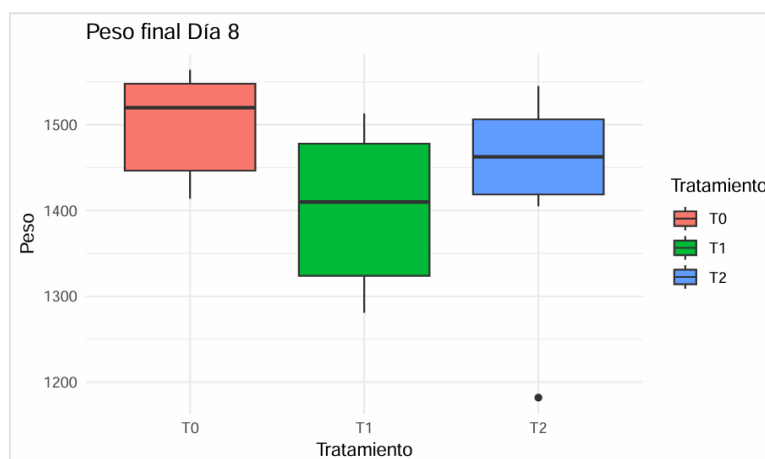
*Diagrama de cajas peso del día siete con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el séptimo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso similar en los animales de los tratamientos cero y dos en comparación al tratamiento uno.

**Figura 13**

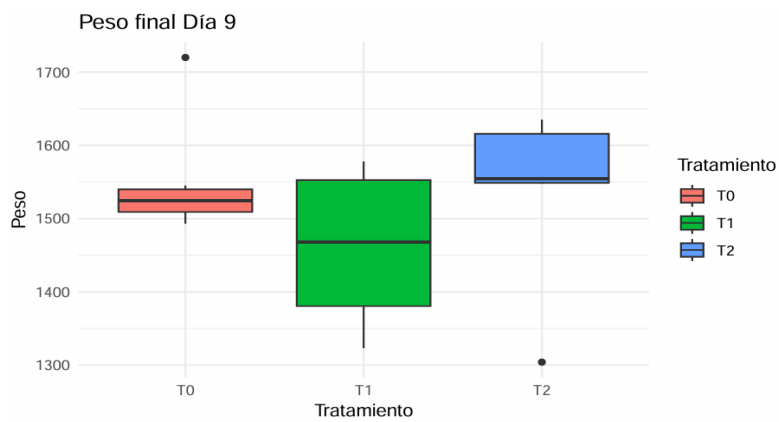
*Diagrama de cajas peso del día ocho con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el octavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento cero a comparación de los otros tratamientos debido a la mortalidad de animales.

**Figura 14**

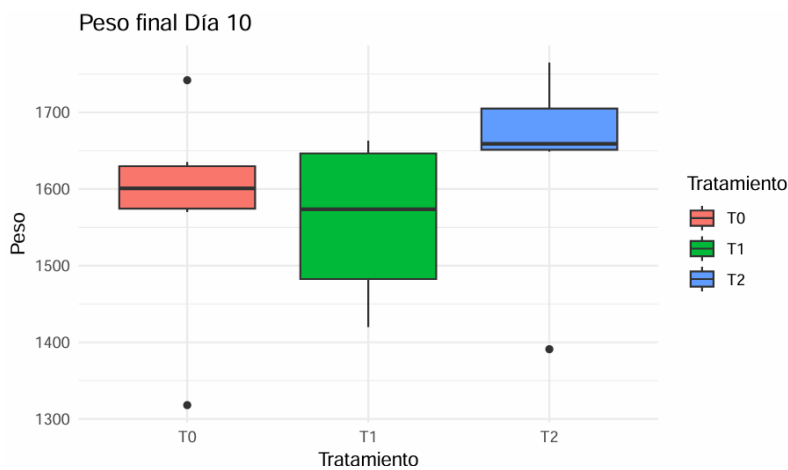
*Diagrama de cajas peso del día nueve con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el noveno día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 15**

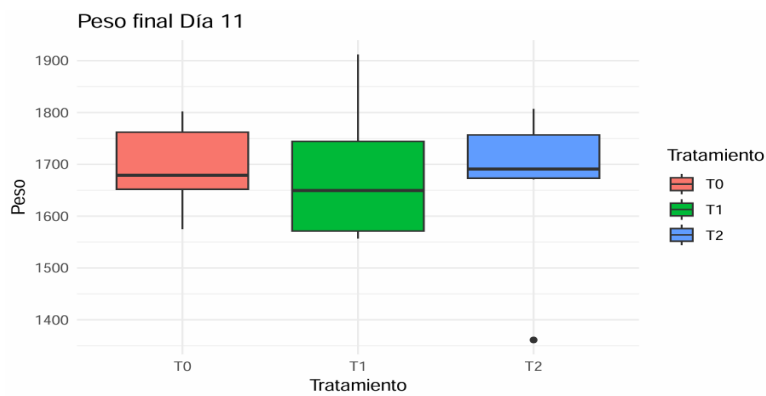
*Diagrama de cajas peso del día diez con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el décimo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 16**

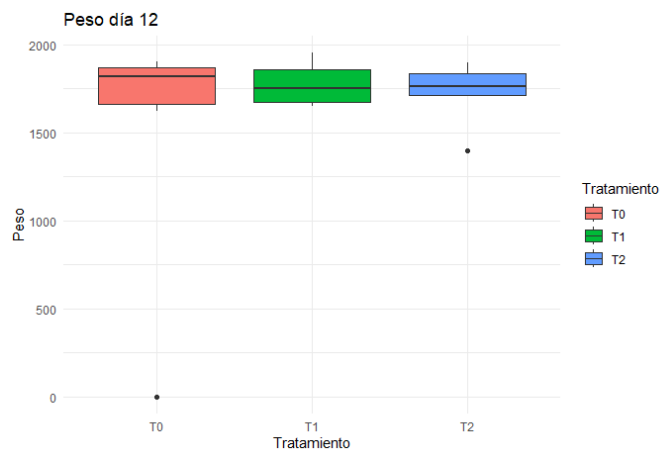
*Diagrama de cajas peso del día once con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el onceavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa unos pesos similares en los tres tratamientos.

**Figura 17**

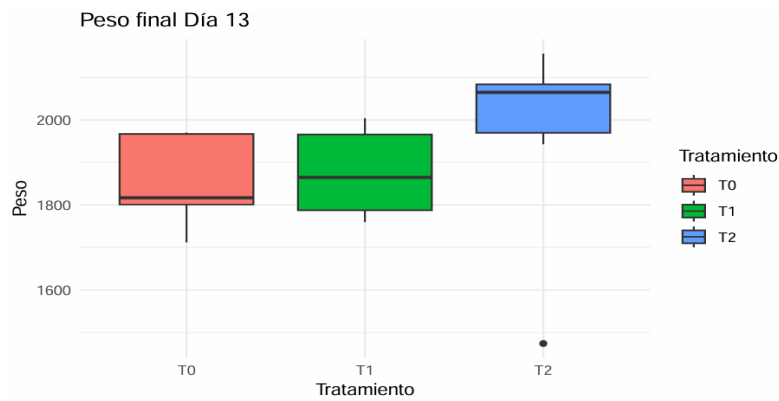
*Diagrama de cajas peso del día doce con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el doceavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa unos pesos similares en los tres tratamientos.

**Figura 18**

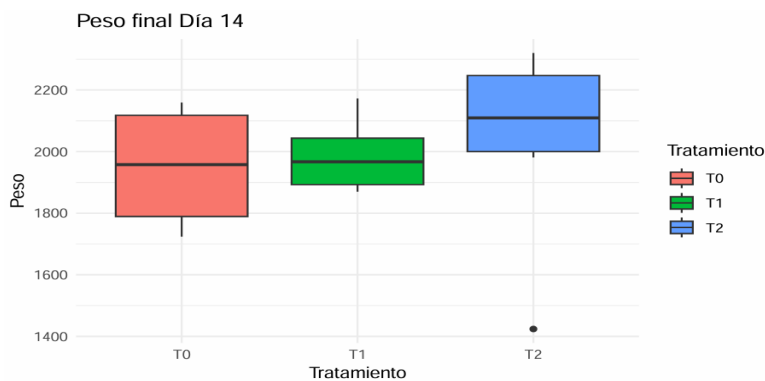
*Diagrama de cajas peso del día trece con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el treceavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 19**

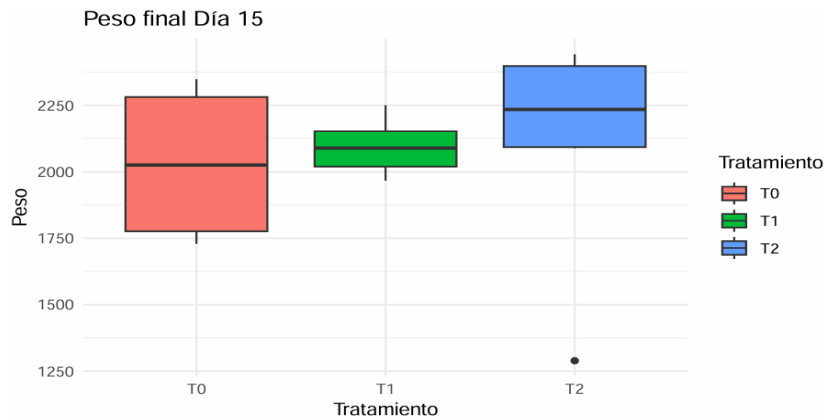
*Diagrama de cajas peso del día catorce con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el catorceavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 20**

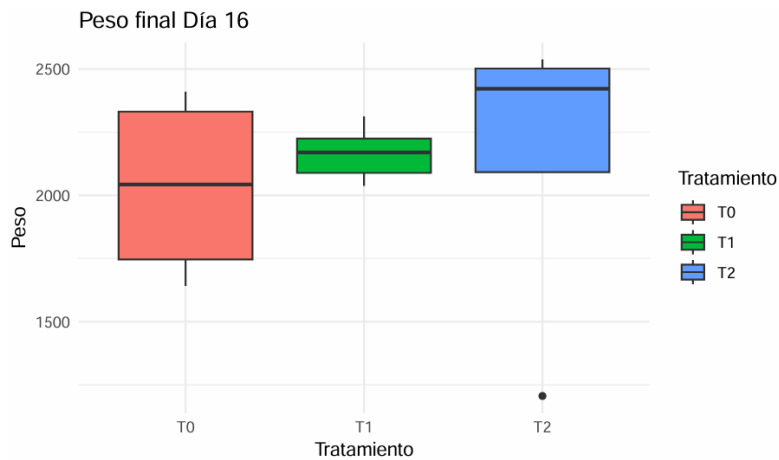
*Diagrama de cajas peso del día quince con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el quinceavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 21**

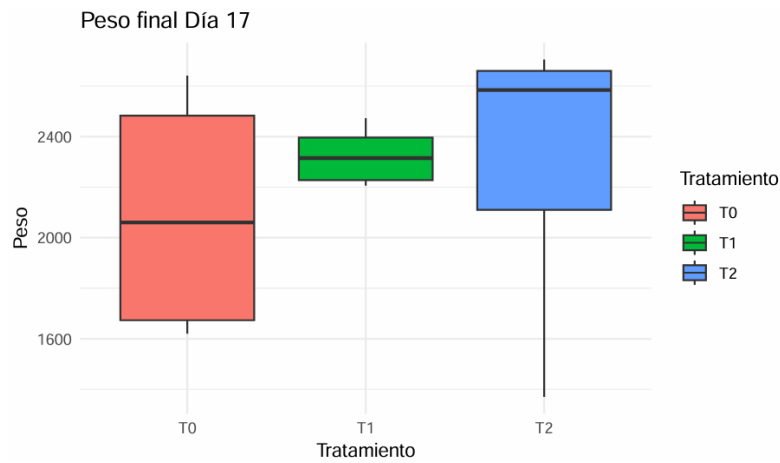
*Diagrama de cajas peso del día dieciséis con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el dieciseisavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 22**

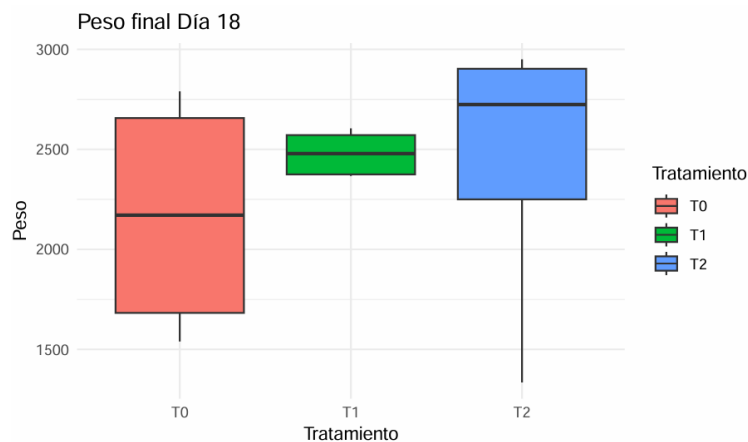
*Diagrama de cajas peso del día diecisiete con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el diecisieteavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

### Figura 23

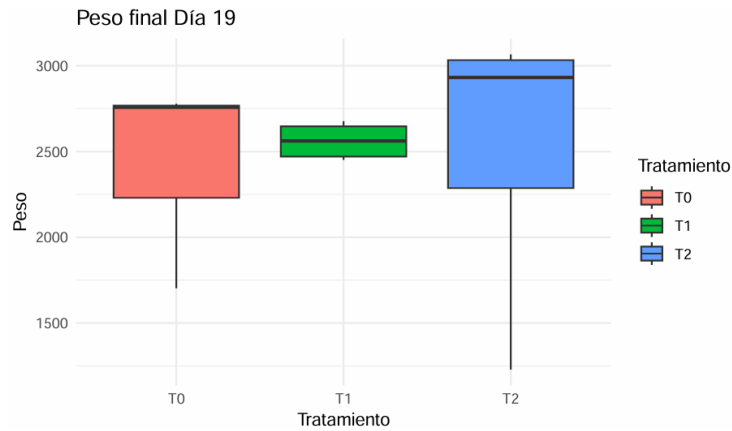
*Diagrama de cajas peso del día dieciocho con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el dieciochoavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

### Figura 24

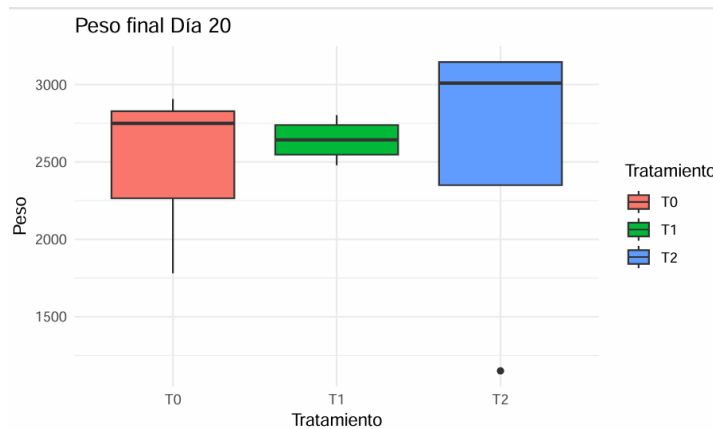
*Diagrama de cajas peso del día diecinueve con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica, se observa el peso de los animales por tratamiento en el dieciochoavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 25**

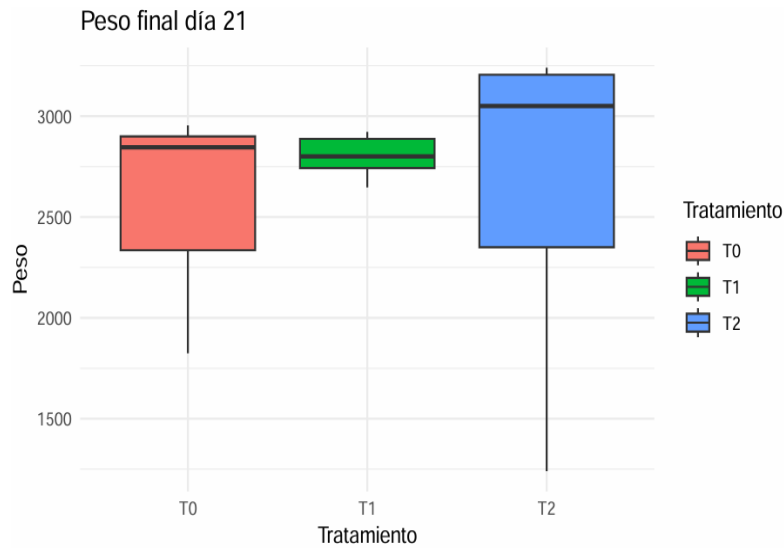
*Diagrama de cajas peso del día veinte con la suplementación del probiótico casero.*



En esta gráfica se observa el peso de los animales por tratamiento en el veinteavo día de la etapa de suplementación con probiótico, donde se observa un peso mayor en los animales del tratamiento dos en comparación a los demás tratamientos.

**Figura 26**

*Diagrama de cajas peso del día veintiuno con la suplementación del probiótico casero.*



Se evidencia que el tratamiento T2 presenta un mayor peso corporal en comparación con los demás tratamientos, indicando un mejor desempeño productivo. Este resultado sugiere un efecto favorable de la suplementación probiótica sobre la ganancia de peso. En consecuencia, T2 muestra una respuesta superior en términos de crecimiento bajo las condiciones evaluadas.

## 5. Discusión

El experimento mostro que el probiótico mantuvo la capacidad de replicación en medios de cultivos, lo que coincide con estudios recientes que destacan una gran importancia de la formulación y estabilidad de probióticos para garantizar el efecto de estos en pollos de engorde. (Opazo et al., 2025)

Los grupos que fueron suplementados tuvieron una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia, investigaciones confirman que los probióticos modulan la microbiota intestinal y mejoran la absorción de nutrientes, lo que significa un crecimiento más eficiente. (Naeem y Bourassa, 2025)

El aumento en productividad y eficiencia coincide con algunas revisiones sistémicas que muestran que la suplementación con probióticos incrementa el rendimiento productivo y a salud de las aves, reduciendo la necesidad del uso de antibióticos. (Springer, 2024)

El rendimiento en canal mayor que se observó en el experimento tiene una concordancia con estudios que destacan como los probióticos mejoran la integridad intestinal y reducen la presencia de patógenos, lo que implica canales de mejor calidad y un mayor aprovechamiento comercial. (Stef et al., 2025)

La reducción que se obtuvo en la mortalidad sobre los grupos suplementados se explica por la capacidad de los probióticos de modular la microbiota y fortalecer la inmunidad, se enfatiza que la disminución de enterobacterias patógenas mediante la exclusión competitiva es uno de los principales beneficios de esta suplementación. (Naeem y Bourassa, 2025)

Se tiene un retorno económico positivo gracias a la mejora en productividad reducción de pérdidas en mortalidad, aunque se genera un costo inicial con la elaboración del probiótico, la rentabilidad es mayor. (Springer, 2024)

## **6. Conclusiones**

La suplementación con probióticos caseros elaborados a partir de suero lácteo en pollos de engorde Ross 308 durante la fase de finalización mejoró significativamente el desempeño

productivo, evidenciado en un incremento del 7,8 % en el peso final y del 6,5 % en la ganancia diaria de peso en comparación con el grupo control.

Los tratamientos suplementados presentaron una mejora en la eficiencia alimenticia, reflejada en una reducción de 0,12 puntos en la conversión alimenticia, lo que indica un mejor aprovechamiento de los nutrientes consumidos.

Desde el punto de vista productivo, el uso de probióticos se consolida como una alternativa viable frente a los antibióticos promotores de crecimiento, al favorecer indicadores clave como el rendimiento en canal y la rentabilidad del sistema productivo.

En términos económicos, la suplementación permitió mejorar el rendimiento en canal en un 5,3 %, generando beneficios potenciales para pequeños y medianos productores.

Adicionalmente, se observó una tendencia a una menor mortalidad en los tratamientos suplementados, lo que sugiere un posible efecto positivo sobre la salud y supervivencia de las aves.

Finalmente, los resultados obtenidos indican que el uso de probióticos caseros podría tener un potencial adicional en la reducción de trastornos fisiológicos como la ascitis; sin embargo, se requieren estudios específicos para confirmar este efecto.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda la implementación de probióticos caseros elaborados a partir de suero lácteo en sistemas de producción de pollos de engorde, considerando los resultados obtenidos en mejora

del desempeño productivo y eficiencia alimenticia, especialmente en niveles de inclusión similares a los evaluados en el presente estudio.

Es importante fortalecer los procesos de capacitación dirigidos a productores avícolas en la elaboración, manejo y dosificación de probióticos, con el fin de garantizar su correcta aplicación y maximizar sus beneficios en campo.

Se sugiere desarrollar futuras investigaciones que evalúen diferentes niveles de inclusión del probiótico, así como su interacción con otros aditivos naturales (enzimas, Fito bióticos), para optimizar su efecto sobre los parámetros productivos.

Asimismo, se recomienda realizar estudios más detallados de análisis económico que incluyan costos de producción, rentabilidad y relación beneficio-costos, con el fin de validar su viabilidad comercial en diferentes sistemas productivos.

Se propone replicar este tipo de estudios en diferentes condiciones ambientales y en otras especies de interés zootécnico, como porcinos y bovinos, para evaluar la aplicabilidad de estos resultados en otros sistemas de producción.

Finalmente, se sugiere promover la divulgación de estos resultados en el sector productivo, con el fin de incentivar el uso de alternativas sostenibles frente a los antibióticos promotores de crecimiento.

### Referencias Bibliográficas

- Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Farag, M. R., & Taha, A. E. (2020). **The role** of probiotics in poultry nutrition and health: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(2), 355-371. <https://doi.org/10.1111/jpn.13266>
- Alkhalaf, M. S., Alhaj, M. H., & Al-Mufarrej, S. I. (2010). Probiotics in poultry: A review. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(2), 1-5. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.1.5>
- Aviagen. (2019). Ross 308: Broiler performance and welfare. *Aviagen Poultry Breeding*. [https://www.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Brochures/Ross-308-Brochure.pdf](https://www.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Brochures/Ross-308-Brochure.pdf)
- Carro, M. D., & Ranilla, M. J. (2002). *Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: Situación actual y posibles alternativas*. Albeitar. Departamento de Producción Animal I, Universidad de León. <https://produccion-animal.com.ar>
- Díaz, E. A. (2017). Probiotics in poultry: A review. *Revista Medicina Veterinaria*.
- Dibner, J. J., & Richards, J. D. (2020). Antibiotic use in poultry: A review of the issues and future perspectives. *Poultry Science*, 99(5), 2215-2226. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.01.025>
- Dom. Cien., ISSN: 2477-8818 Vol 7, núm. 4, Agosto Especial 2021, pp. 1975-1992 Saccharomyces cerevisiae (Levadura de cerveza) sobre parámetros zootécnicos y morfometría anatómica del paquete visceral en pollos broiler
- Fonseca, A., Kenney, S., Van Syoc, E., Bierly, S., Dini-Andreote, F., Silverman, J., Boney, J., & Ganda, E. (2024). Investigating antibiotic-free feed additives for growth promotion in poultry: Effects on performance and microbiota. *Poultry Science*, 103(5), 103604. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103604>
- García, A., & Orozco, R. (2022). Impact of dietary protein levels on feed conversion ratio and growth performance of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 31(2), 515-523. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2022.100020>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Sanders, M. E., Sartor, R. B., & Calabrese, G. (2014). Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>

- Jayaraman, M., Van T. N., & Shanmugasundaram, R. (2013). Effects of dietary probiotics on performance, intestinal morphology and immune response in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Technology*, 55(1), 43. <https://doi.org/10.1186/2055-0391-55-43>
- Jha, R., Das, R., Oak, S., & Mishra, P. (2020). Probiotics (Direct-Fed Microbials) in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, growth and laying performance, and gut health: A systematic review. *Animals (Basel)*, 10(10), 1863. <https://doi.org/10.3390/ani10101863>
- Jha, R., Das, R., Oak, S., & Mishra, P. (2020). Probiotics (Direct-Fed Microbials) in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, growth and laying performance, and gut health: A systematic review. *Animals (Basel)*, 10(10), 1863. <https://doi.org/10.3390/ani10101863>
- Jiménez, F. C., Pérez, M., y Barreras, R. P. (2006). Influencia de un probiótico a base de hidrolizado de levadura en la ecología microbiana de aves. *Avanzada Científica*, 9(1), 8.
- Khan, M. I., Ullah, N., & Raza, M. A. (2023). Impact of environmental stressors on productivity and welfare of broiler chickens: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 24(3), 405-412. <https://doi.org/10.4142/jast.2023.24.3.405>
- Larrea Álvarez, M., Larrea Álvarez, C., Ortega Paredes, D., Vinueza Burgos, C., & Šefcova, M. (2020). USO DE PROBIÓTICOS PARA ESTIMULACIÓN DEL SISTEMA INMUNE EN POLLOS DE ENGORDE. *Ecuador Es Calidad*, 7(1). <https://doi.org/10.36331/revista.v7i1.85>
- Lee, S.-H., Lillehoj, H. S., Dalloul, R. A., Park, D.-W., Hong, Y. H., & Lin, J. J. (2007). Influence of *Pediococcus*-based probiotic on coccidiosis in broiler chickens. *Poultry Science*, 86(1), 63-66. <https://doi.org/10.1093/ps/86.1.63>
- Lee, Y. Y., de Jong, A. C., & otros. (2021). Nutritional strategies to improve growth performance and carcass traits in broiler chickens. *Animals*, 11(2), 234. <https://doi.org/10.3390/ani11020234>
- Mateo Itza, F., Ciro-Galeano, J. A., & Juárez, R. A. (2020). Productive parameters in poultry production: Importance and impact on costs. *Revista Mexicana de Ciencias Avícolas*, 27(2), 150-158.

- Mortalidad: Khan, M. I., Ullah, N., & Raza, M. A. (2023). Impact of environmental stressors on productivity and welfare of broiler chickens: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 24(3), 405-412. <https://doi.org/10.4142/jast.2023.24.3.405>
- Naeem, M., & Bourassa, D. (2025). Probiotics in poultry: Unlocking productivity through microbiome modulation and gut health. *Microorganisms*, 13(2), 257. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13020257>
- Narin, I., & Yilmaz, H. (2021). Effects of dietary probiotic supplementation on growth performance, blood parameters, and intestinal morphology in broiler chickens. *Poultry Science*, 100(4), 1721-1728. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.015>
- Opazo, R., Salinas, C., & Villasante, A. V. (2025). Formulation strategies of probiotics in broilers: Systematic review and meta-analysis of their effects on production performance. *Frontiers in Animal Science*, 6, 1679614. <https://doi.org/10.3389/fanim.2025.1679614>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2001). *Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria*. <http://www.fao.org/3/a0512e/a0512e00.htm>
- Palma, G. A., Farias, R., & D'Amico, E. (2015). **Probiotics in poultry**: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 57(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40781-015-0032-1>
- Planta Avícola Rosa Blanca. (n.d.). *Glosario de términos*. Jimdofree. [https://jimdofree.com/plantaavicularosablanca/glosario-de-terminos/Anti p crecimiento](https://jimdofree.com/plantaavicularosablanca/glosario-de-terminos/Anti_p_crecimiento)
- Puente Ramírez, J. M. (n.d.). *Aves de corral: Cómo son, características, grupos y ejemplos*. Animales Biología. <https://animalesbiologia.com/aves-de-corral>
- Rincón, A. (2020). Alternatives to antibiotics in poultry production: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 62(1), 45-56. <https://doi.org/10.5187/jast.2020.62.1.45>
- Rivera-Pérez, R. A., Orozco, R. A., & García, A. (2021). The role of *Bacillus subtilis* in improving gut health and performance in poultry: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 30(1), 100-112. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.100112>

- Soomro, A. H., Arain, M. A., Khoso, A. H., & Bhutto, A. A. (2019). Effects of probiotics on the performance and meat quality of broilers: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 61(3), 111-117. <https://doi.org/10.5187/jast.2019.61.3.111>
- Springer. (2024). Probiotics in poultry: A comprehensive review. *Poultry Science Review*. <https://doi.org/10.1007/springer-probiotics-poultry-2024>
- Stef, L., Corcionivoschi, N., Julean, C., Callaway, T., Simiz, E., Marcu, A., Sandu Stef, D., Pet, I., Popescu, I., Pircalabioru, G. G., Simiz, F. D., & Balta, I. (2025). Integrative feeding strategies with essential oils and probiotics to improve raw meat quality and carcass traits in broiler chickens. *Agriculture*, 15(22), 356. <https://doi.org/10.3390/agriculture15222356>
- Suez, J., Zmora, N., Segal, E., & Elinav, E. (2020). The pros and cons of probiotics: A review. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 17(1), 37-44. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0210-0>
- U.S. Food and Drug Administration. (2019). *Antimicrobial resistance: A global threat*. <https://www.fda.gov/animal-veterinary/safety-health/antimicrobial-resistance-global-threat>
- West, C., Stanis, A. M., Wong, A., y Kunze, W. A. (2016). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* or *boulardii* yeasts on acute stress induced intestinal dysmotility. *World journal of gastroenterology*, 22(48), 10532.
- World Health Organization. (2021). *Antimicrobial resistance: A global threat*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

## Apéndices

### Apéndice A.

*Preparación del probiótico casero para análisis en laboratorio.*





**Apéndice B.**

*Preparación incubación en agares para observar los microorganismos del probiótico casero en laboratorio.*



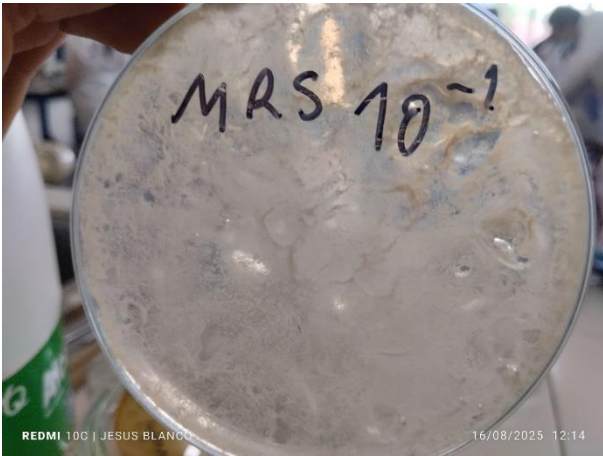
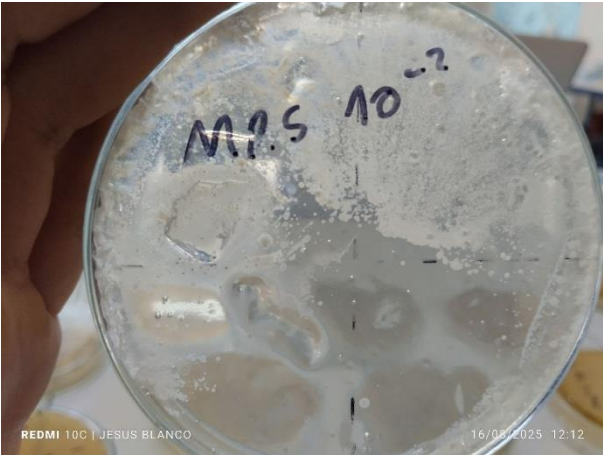
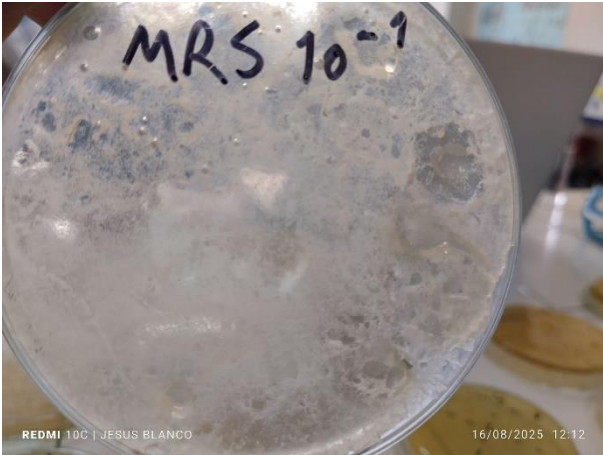
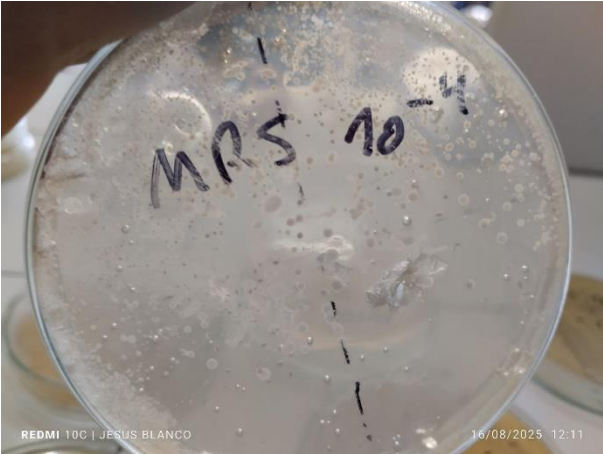
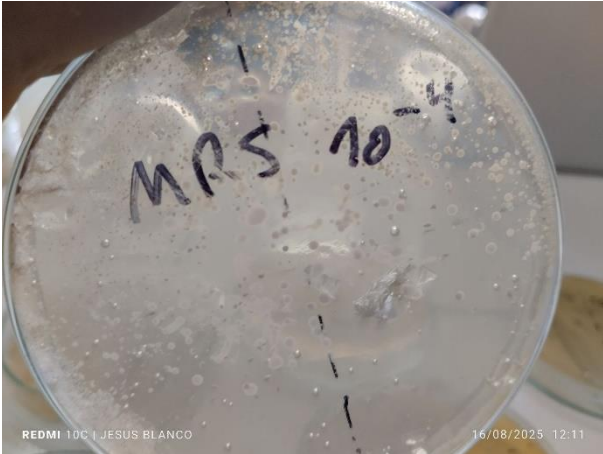


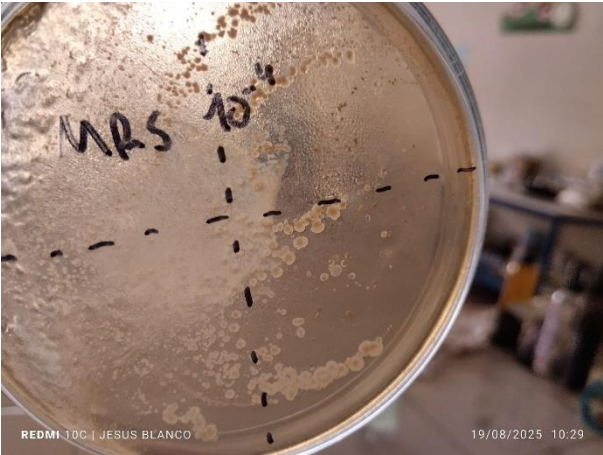
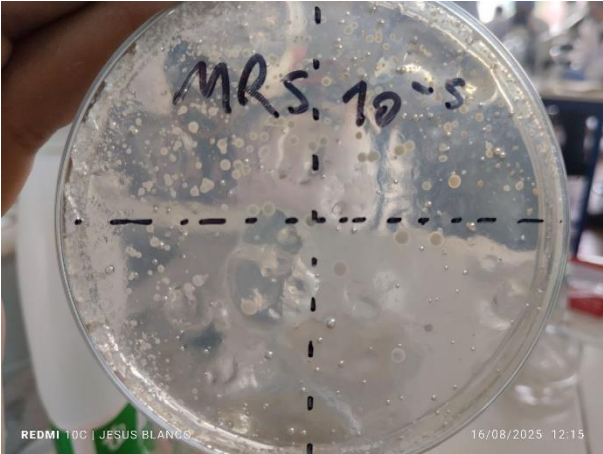
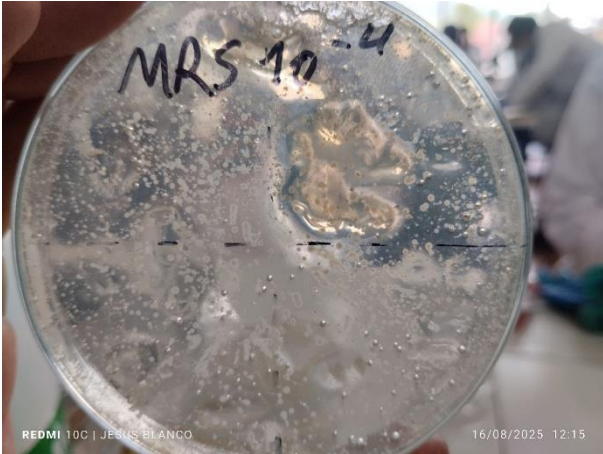


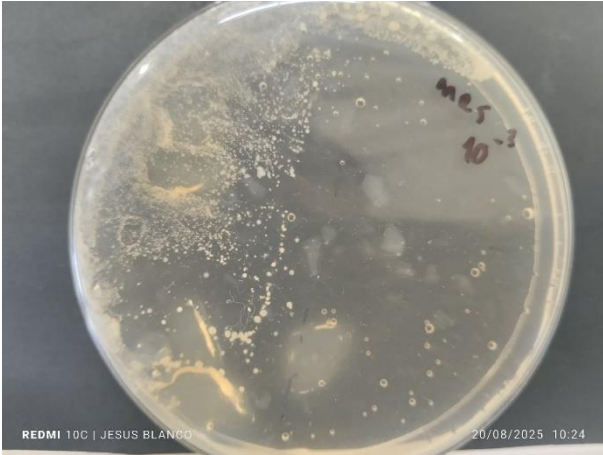


## Apéndice C.

*Conteo de colonias después de incubación.*



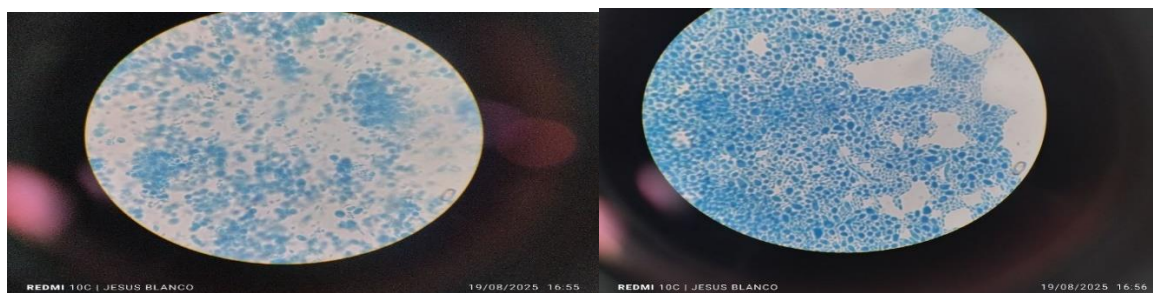


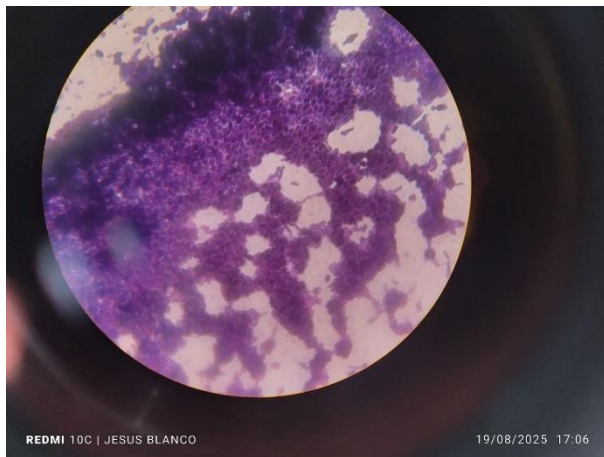
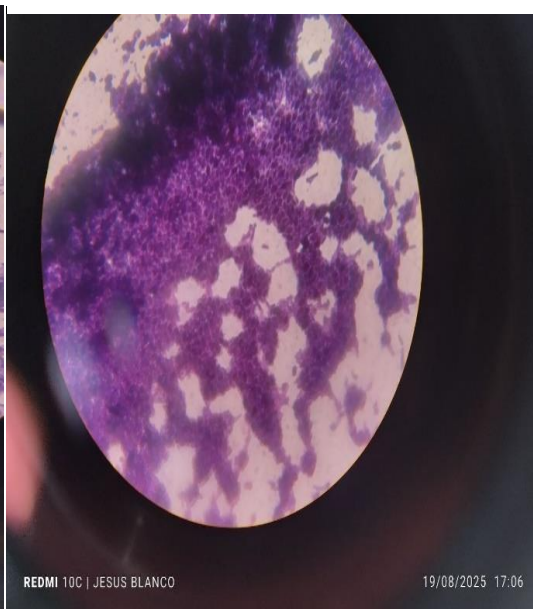
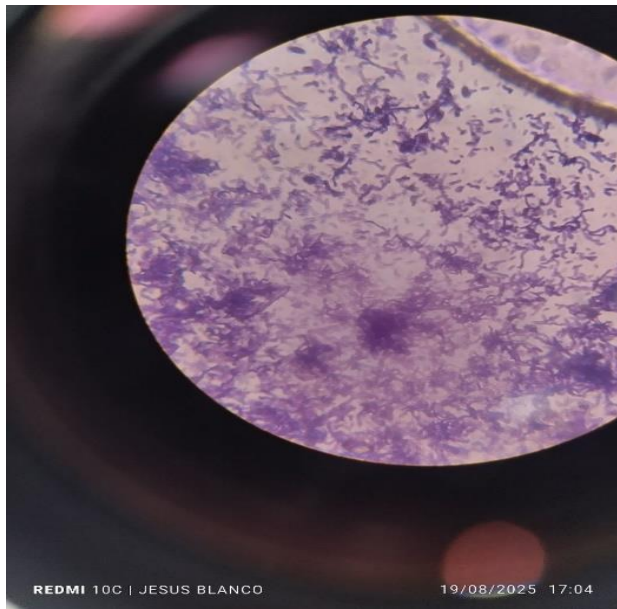
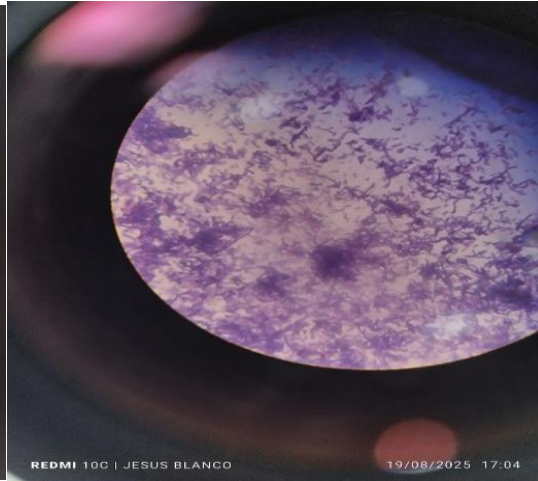
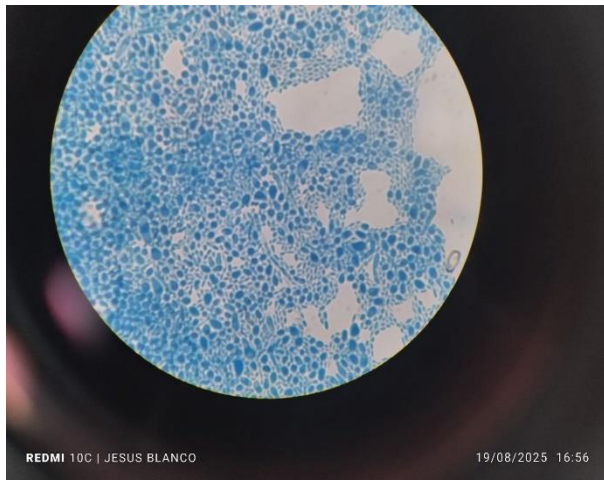


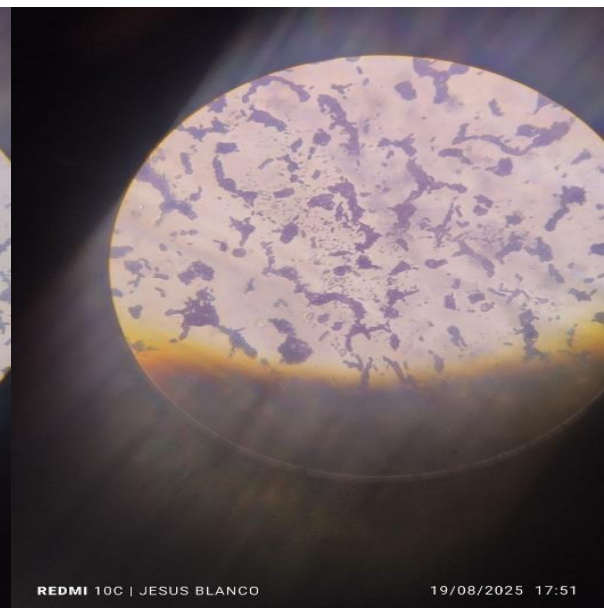
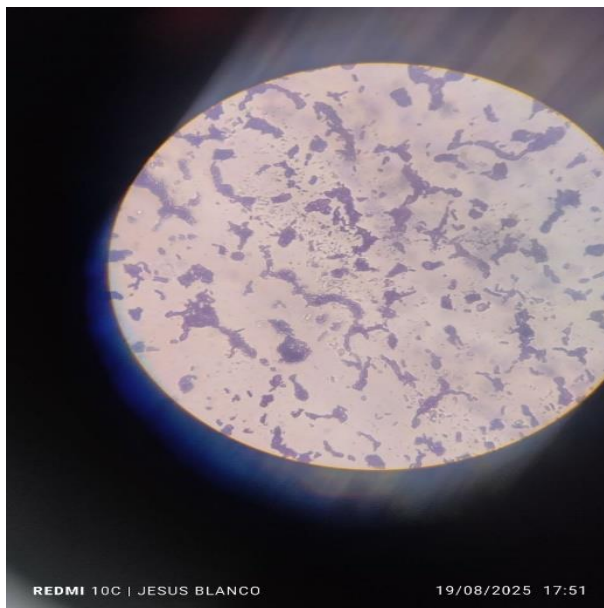
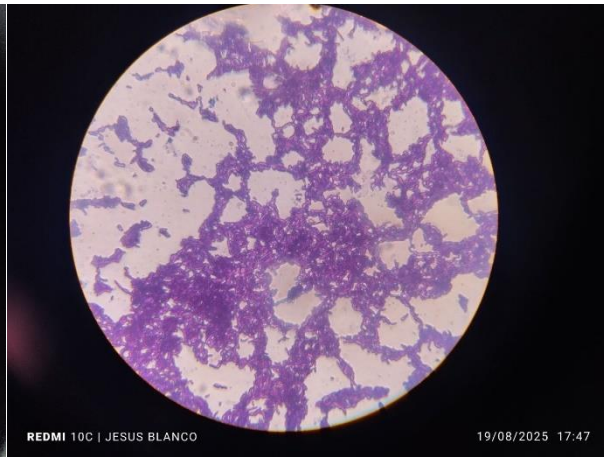
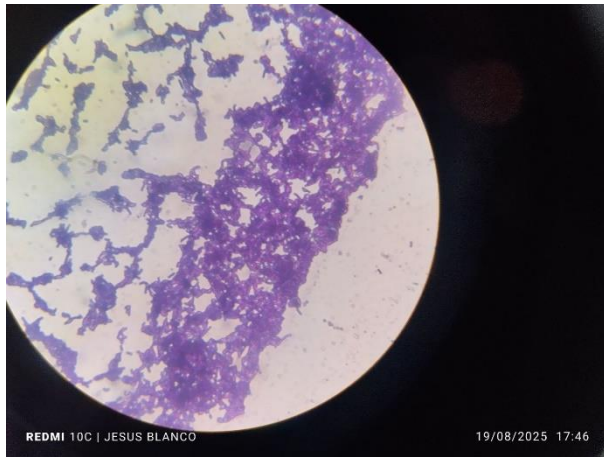
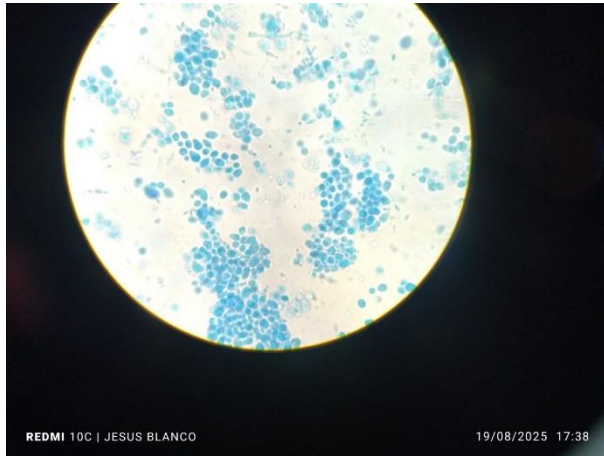


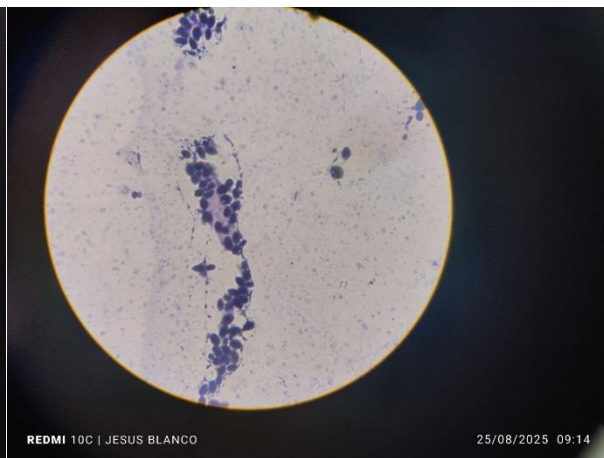
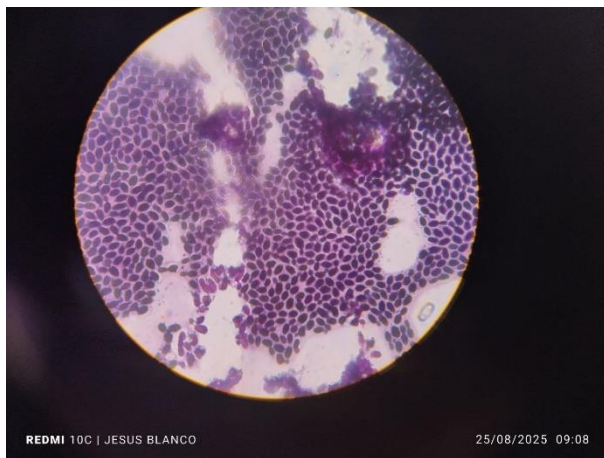
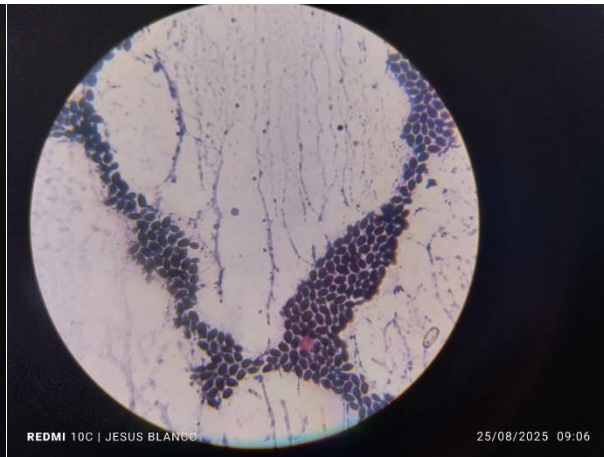
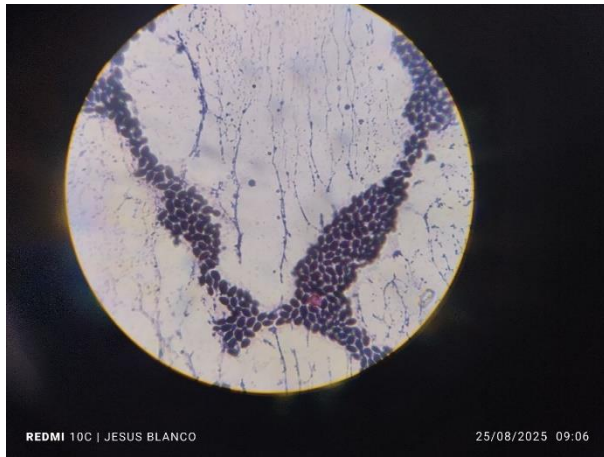
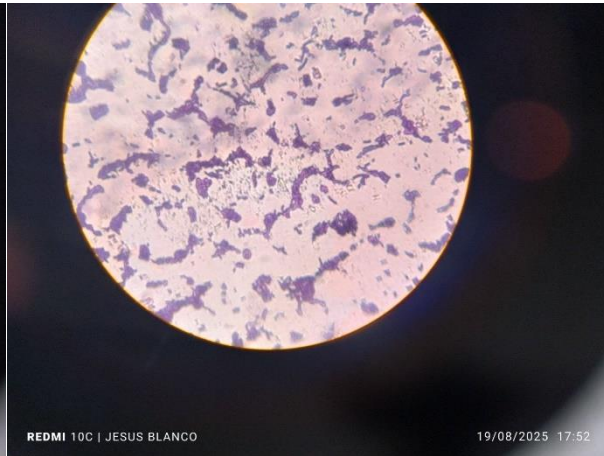
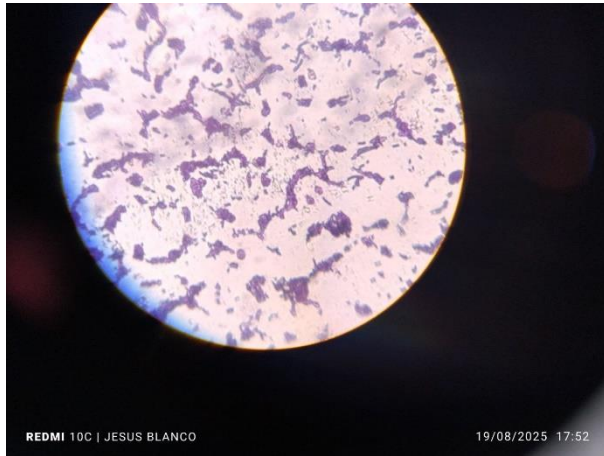
### Apéndice D.

*Observación de microorganismos en el microscopio.*









**Apéndice E.**

*Etapa productiva de los animales.*





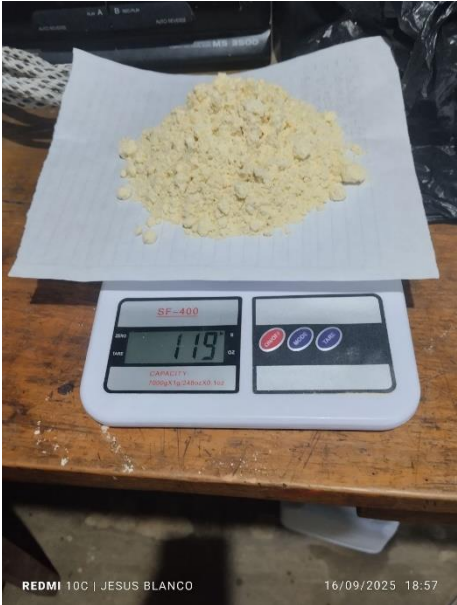




**Apéndice F.**

*Preparación del probiótico a suplementar.*







**Apéndice G.**

*Manejo de la mortalidad.*





## Apéndice H.

*Beneficio de los animales.*





