

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE BIOTIC, (0, 5, 10 Y 15 ML.) EN  
LECHONES LACTANTES, SOBRE LOS ÍNDICES DE PRODUCCIÓN  
EN LA GRANJA PORCINA BPE-IV “TTE. VÍCTOR EDUARDO”,  
MUNICIPIO DE CERCADO-COCHABAMBA**

**Por:**

**Abraham Apaza Loza**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Diciembre, 2025**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE TRES DOSIS DE BIOTIC, (0, 5, 10 Y 15 ML.) EN LECHONES  
LACTANTES, SOBRE LOS ÍNDICES DE PRODUCCIÓN EN LA GRANJA PORCINA  
BPE-IV "TTE. VÍCTOR EDUARDO", MUNICIPIO DE CERCADO-COCHABAMBA**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Abraham Apaza Loza**

**Asesores:**

M. Sc.Lic. Ing. René Huayta Choque .....

Mvz. Rolando Maturana Nuñez .....

**Tribunal Revisor:**

Lic. Ing.Lic. Med. Vet. Hipólito Ramiro Nina Siñani .....

Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle .....

Ph. D.Lic. Med. Vet.Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....

**DEDICATORIA:**

*Con todo mi cariño y gratitud, dedico este logro a mis padres Lazario Apaza, Remedios Loza, quienes, con amor incondicional, sacrificio y esfuerzo me enseñaron el verdadero valor de la perseverancia. Gracias por creer en mí incluso cuando las fuerzas parecían agotarse, este triunfo también es suyo.*

*A mis hermanos y hermanas que fueron inseparables en este viaje de vida, con su apoyo y palabras de aliento y compañía me dieron la fuerza necesaria para no rendirme. Cada uno de ustedes ha sido un pilar fundamental en mi formación personal y profesional.*

*A mi tío Bernardino y mis primos Bernardo y David quienes fueron los motores de impulsarme en todo este camino, que no fue fácil, pero gracias a ellos se pudo lograr, por tal motivo quedo muy agradecido con ellos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más profundos agradecimientos:

A Dios todopoderoso por darme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi formación profesional.

Expreso mis mas sinceros agradecimientos a la Universidad Pública De El Alto, especialmente a la Carrera de Ingeniería Agronómica, por acogerme en sus aulas durante mi formación académica.

Al Doctor MVZ Rolando Maturana Nuñez mis más sinceros agradecimientos y gratitud por haberme colaborado con la enseñanza y un importante aporte, durante la ejecución de la tesis.

De igual manera, expreso mi gratitud a mis compañeros y amigos, por compartir experiencias, esfuerzos y aprendizajes que hicieron más llevadero este camino.

A mis asesores, Mvz. Rolando Maturana Nuñez y M. Sc.Lic. Ing. René Huayta Choque, también a mis tribunales, Lic. Ing.Lic. Med. Vet. Hipólito Ramiro Nina Siñani, Lic. Ing. Vicky Ruth Villca Calle y Ph. D.Lic. Med. Vet.Lic. Ing. Pedro Angel Delgado Callisaya, por el tiempo brindado, sus observaciones, sugerencias, apoyo incondicional y haber transmitido sus conocimientos y experiencias desinteresadamente para la realización y culminación del presente trabajo.

## CONTENIDO

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TEMAS .....            | i    |
| ÍNDICE DE CUADROS.....           | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS Y ANEXOS ..... | vi   |
| ABREVIATURAS .....               | viii |
| RESUMEN .....                    | viii |
| ABSTRACT .....                   | ix   |

## ÍNDICE DE TEMAS

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                 | 1 |
| 1.1. Antecedentes .....               | 2 |
| 1.2. Planteamiento del problema ..... | 2 |
| 1.3. Justificación .....              | 3 |
| 1.4. Objetivos .....                  | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general .....         | 3 |
| 1.4.2. Objetivos específicos .....    | 3 |
| 1.5. Hipótesis .....                  | 4 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....       | 5 |
| 2.1. Probiótico .....                 | 5 |
| 2.1.1. Mecanismo de acción .....      | 5 |
| 2.2. Biotic .....                     | 6 |
| 2.3. Composición del Biotic .....     | 6 |
| 2.3.1. Lactobacillus .....            | 6 |
| 2.3.2. Leuconostoc .....              | 6 |
| 2.3.3. Pedioccus .....                | 6 |
| 2.3.4. Lactococcus .....              | 6 |
| 2.3.5. Streptococcus .....            | 7 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 2.4.    | Modo de acción.....  | 7  |
| 2.5.    | Uso de Biotic.....   | 7  |
| 2.6.    | Antecedentes históricos de los cerdos.....   | 8  |
| 2.7.    | Clasificación taxonómica del porcino: .....  | 8  |
| 2.8.    | Lactancia.....   | 8  |
| 2.8.1.  | Manejo de los animales durante el periodo de lactancia .....                             | 8  |
| 2.8.2.  | Periodo de lactancia .....   | 9  |
| 2.8.3.  | Calostro.....  | 10 |
| 2.8.4.  | Fisiología digestiva del cerdo .....   | 10 |
| 2.8.5.  | Integridad intestinal del lechón .....   | 11 |
| 2.8.6.  | Características del aparato digestivo del cerdo .....                                    | 11 |
| 2.8.7.  | Principales enfermedades que afectan a los lechones recién nacidos .....                 | 14 |
| 2.8.8.  | Enterocolibacilosis ( <i>Enterotoxigénica E. coli — ETEC</i> ).....                      | 15 |
| 2.8.9.  | Enteritis por <i>Clostridium perfringens</i> (principalmente tipo C; también A)....      | 15 |
| 2.8.10. | Coccidiosis neonatal ( <i>Cystoisospora / Isospora suis</i> ) .....                      | 16 |
| 2.8.11. | Rotavirus neonatal (A, B, C).....  | 16 |
| 2.8.12. | Onfalitis / infección del cordón umbilical y artritis séptica .....                      | 17 |
| 2.8.13. | Meningitis ( <i>Streptococcus suis</i> ).....  | 17 |
| 2.8.14. | Anemia por deficiencia de hierro (carencial).....  | 17 |
| 2.8.15. | Hipotermia, hipoglucemia e inanición (causas multifactoriales de mortalidad neonatal) 18 |    |
| 2.8.16. | Enfermedad por edema ( <i>Edema disease, E. coli con toxina Shiga-like</i> ) ....        | 18 |
| 2.9.    | Alimentación .....   | 19 |
| 2.9.1.  | Etapas de la alimentación en la porcicultura .....                                       | 21 |
| 2.9.2.  | Verracos.....  | 21 |
| 2.9.3.  | Chanchillas (reemplazo o futuras madres) .....   | 22 |
| 2.9.4.  | Gestación .....  | 22 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.9.5. | Maternidad .....                                 | 22 |
| 2.9.6. | Pre - inicio (lechones lactantes) .....          | 22 |
| 2.9.7. | Inicio (lechones destetados – recría) .....      | 23 |
| 2.9.8. | Engorde (crecimiento - acabado) .....            | 23 |
| 3.     | MATERIALES Y MÉTODOS .....                       | 25 |
| 3.1.   | Localización .....                               | 25 |
| 3.1.1. | Ubicación geográfica .....                       | 25 |
| 3.1.2. | Características edafoclimáticas .....            | 26 |
| 3.2.   | Materiales .....                                 | 26 |
| 3.2.1. | Material de estudio .....                        | 26 |
| 3.2.2. | Material de escritorio .....                     | 26 |
| 3.2.3. | Material de campo .....                          | 26 |
| 3.3.   | Metodología .....                                | 27 |
| 3.3.1. | Actividades o procedimientos .....               | 27 |
| 3.3.2. | Preparación de ambiente .....                    | 27 |
| 3.3.3. | Manejo de parto .....                            | 27 |
| 3.3.4. | Día 2 .....                                      | 28 |
| 3.3.5. | Día 5 .....                                      | 28 |
| 3.3.6. | Día 7 .....                                      | 28 |
| 3.3.7. | Día 10 .....                                     | 28 |
| 3.3.8. | Día 15 .....                                     | 28 |
| 3.3.9. | Día 30 .....                                     | 29 |
| 3.4.   | Procedimiento experimental .....                 | 29 |
| 3.5.   | Diseño experimental .....                        | 29 |
| 3.5.1. | Factores de estudio .....                        | 29 |
| 3.6.   | Variables de respuesta .....                     | 30 |
| 3.6.1. | Ganancia de peso en la etapa de lactancia: ..... | 30 |

|        |                                     |    |
|--------|-------------------------------------|----|
| 3.6.2. | Ganancia media diaria:.....         | 30 |
| 3.6.3. | Conversión alimenticia:.....        | 30 |
| 3.6.4. | Mortalidad: .....                   | 31 |
| 3.6.5. | Relación beneficio/costo:.....      | 31 |
| 3.7.   | Croquis del experimento.....        | 32 |
| 4.     | RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....         | 34 |
| 4.1.   | Ganancia de peso.....               | 34 |
| 4.2.   | Ganancia media diaria.....          | 39 |
| 4.3.   | Conversión alimenticia.....         | 42 |
| 4.4.   | Tasa de mortalidad .....            | 46 |
| 4.5.   | Relación beneficio/costo.....       | 47 |
| 4.5.1. | Relación Beneficio/Costo (B/C)..... | 48 |
| 5.     | CONCLUSIONES .....                  | 49 |
| 6.     | RECOMENDACIONES.....                | 51 |
| 7.     | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....    | 52 |
| 8.     | ANEXOS .....                        | 55 |



## ÍNDICE DE CUADROS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Cuadro 1.  | Clasificación zoológica de los cerdos:.....                                | 8  |
| Cuadro 2.  | Influencia de la ingesta de calostro en la supervivencia del lechón: ..... | 10 |
| Cuadro 3.  | Lechón (dientes de leche): .....   | 13 |
| Cuadro 4.  | Cerdo adulto (dientes permanentes):.....                                   | 13 |
| Cuadro 5.  | Etapas de alimentación Balanceada para los cerdos .....                    | 24 |
| Cuadro 6.  | La distribución de los lechones lactantes para el estudio:.....            | 32 |
|            | 32   |    |
| Cuadro 7.  | Ampliado de diseño experimental .....                                      | 33 |
| Cuadro 8.  | Diseño experimental y total de Biotic utilizado (B.U.T.I.V.) .....         | 33 |
| Cuadro 9.  | Ganancia de peso promedio para cada tratamiento.....                       | 34 |
| Cuadro 10. | Resumen estadístico general de la variable “Ganancia de Peso” .....        | 35 |
| Cuadro 11. | ANOVA para ganancia de peso .....  | 36 |
| Cuadro 12. | ANOVA para ganancia de peso .....  | 36 |
| Cuadro 13. | Prueba de DUNCAN.....  | 37 |
| Cuadro 14. | Promedio de ganancia de peso media diaria para cada tratamiento .....      | 39 |
| Cuadro 15. | ANOVA para ganancia de peso media diaria .....                             | 39 |
| Cuadro 16. | ANOVA para ganancia de peso media diaria .....                             | 39 |
| Cuadro 17. | Prueba de diferencia de medias de DUNCAN.....                              | 40 |
| Cuadro 18. | Promedio de conversión alimenticia.....                                    | 42 |
| Cuadro 19. | ANOVA para conversión alimenticia .....                                    | 42 |
| Cuadro 20. | ANOVA para conversión alimenticia .....                                    | 43 |
| Cuadro 21. | Prueba de diferencia de medias de DUNCAN.....                              | 43 |
| Cuadro 22. | Ingreso Bruto, Costo De Producción, Beneficio Neto, Beneficio/Costo. ....  | 47 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1. | Imagen satelital de la granja BPE– IV “Tte. Víctor Eduardo” .....    | 25 |
| Figura 2. | Ganancia de peso, comparación de medias de DUNCAN .....              | 38 |
| Figura 3. | Ganancia de peso media diaria, comparación de medias de DUNCAN ..... | 41 |
| Figura 4. | Prueba de diferencia de medias de DUNCAN .....                       | 45 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                 |    |
|-----------------|----|
| Anexo 1 .....   | 56 |
| Anexo 2 .....   | 58 |
| Anexo 3 .....   | 60 |
| Anexo 4 .....   | 62 |
| Anexo 5 .....   | 65 |
| Anexo 6 .....   | 65 |
| Anexo 7 .....   | 66 |
| Anexo 8 .....   | 67 |
| Anexo 9 .....   | 67 |
| Anexo 10 .....  | 68 |
| Anexo 11 .....  | 68 |
| Anexo 12 .....  | 69 |
| Anexo 13: ..... | 70 |

## ABREVIATURAS

|            |   |
|------------|---|
| ANVA       | Análisis de Varianza  |
| BPE-IV     | Batallón de Producción y Educación IV “Tte. Víctor Eduardo”   |
| B.U.T.I.V. | Biotic Utilizado en los Tratamientos de la Investigación Veterinaria  |
| CV         | Coefficiente de Variación   |
| GMD        | Ganancia Media Diaria   |
| GP         | Ganancia de Peso  |
| Ho         | Hipótesis Nula  |
| Ha         | Hipótesis Alternativa   |
| Kg         | Kilogramo   |
| ml         | Mililitro   |
| N          | Número de animales en estudio   |
| p-valor    | Probabilidad estadística de error tipo I  |
| P<0.05     | Nivel de significancia estadística (5%)   |
| T0         | Tratamiento control (0 ml de Biotic)  |
| T1         | Tratamiento 1 (5 ml de Biotic)  |
| T2         | Tratamiento 2 (10 ml de Biotic)   |
| T3         | Tratamiento 3 (15 ml de Biotic)   |
| ADN        | Ácido Desoxirribonucleico (relacionado a genética animal en la introducción)                                    |
| FAO        | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (citada en bibliografía/introducción) |
| OMS        | Organización Mundial de la Salud (citada en bibliografía/introducción)  |
| BID        | Banco Interamericano de Desarrollo (referencias de producción agropecuaria)                                     |
| GDP        | Ganancia Diaria de Peso (sinónimo de GMD en algunos textos internacionales)                                     |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de tres dosis de Biotic (0, 5, 10 y 15 ml) en lechones lactantes, sobre los índices de producción en la Granja Porcina BPE-IV ‘Tte. Víctor Eduardo’, Municipio de Cercado – Cochabamba”.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la administración oral del probiótico Biotic sobre la ganancia de peso, ganancia media diaria, conversión alimenticia, tasa de mortalidad y relación costo/beneficio en lechones lactantes criados dentro del área de maternidad.

El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y diez repeticiones por grupo, haciendo un total de 40 lechones con un peso promedio inicial de 1,5 kg al nacimiento y un peso final promedio de 7,0 kg al destete (30 días de edad). Los tratamientos fueron: T0 (0 ml - testigo), T1 (5 ml de Biotic), T2 (10 ml de Biotic) y T3 (15 ml de Biotic), aplicados por vía oral durante el periodo de lactancia.

El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de DUNCAN demostraron, con un 95 % de confiabilidad ( $p < 0,05$ ), diferencias estadísticamente significativas en los parámetros de conversión alimenticia y ganancia media diaria, siendo el tratamiento T3 (15 ml) el que presentó los mejores resultados productivos. Los valores promedios de conversión alimenticia fueron: T0 = 2,19; T1 = 1,96; T2 = 1,88; y T3 = 1,76, evidenciando una mayor eficiencia alimenticia en el grupo con la dosis más alta de Biotic.

Durante el ensayo no se registró mortalidad ni morbilidad, lo que demuestra un adecuado estado sanitario y una buena tolerancia al probiótico Biotic. En cuanto a la relación beneficio/costo, los valores obtenidos fueron de 1: 0,47 (T0); 1: 0,68 (T1); 1: 0,76 (T2) y 1: 0,82 (T3), destacando nuevamente al tratamiento T3 como el más rentable y eficiente.

En conclusión, la aplicación de 15 ml de Biotic en lechones lactantes dentro del área de maternidad mejora significativamente el rendimiento productivo, la eficiencia alimenticia y la rentabilidad económica, sin afectar negativamente la salud de los animales. Por tanto, su uso puede considerarse una alternativa biotecnológica segura y efectiva para optimizar la producción porcina en sistemas tecnificados.

## ABSTRACT

The present research work entitled "Effect of three doses of Biotic (0, 5, 10 and 15 ml) in lactating piglets, on production rates at the BPE-IV 'Tte. Víctor Eduardo', Municipality of Cercado – Cochabamba".

The objective of the present study was to evaluate the effect of oral administration of the probiotic Biotic on weight gain, average daily gain, feed conversion, mortality rate, and cost/benefit ratio in suckling piglets raised within the maternity area.

The study was conducted under a completely randomized design (DCA) with four treatments and ten replications per group, making a total of 40 piglets with an average initial weight of 1.5 kg at birth and an average final weight of 7.0 kg at weaning (30 days of age).

The treatments were: T0 (0 ml - control), T1 (5 ml of Biotic), T2 (10 ml of Biotic) and T3 (15 ml of Biotic), applied orally during the breastfeeding period.

The analysis of variance (ANOVA) and the DUNCAN mean comparison test demonstrated, with 95 % reliability ( $p < 0.05$ ), statistically significant differences in feed conversion parameters and mean daily gain, with the T3 treatment (15 ml) presenting the best productive results.

The average feed conversion values were: T0 = 2.19; T1 = 1.96; T2 = 1.88; and T3 = 1.76, evidencing greater feed efficiency in the group with the highest dose of Biotic.

During the trial, no mortality or morbidity was recorded, demonstrating adequate health status and good tolerance to the probiotic Biotic. Regarding the benefit/cost ratio, the values obtained were 1: 0.47 (T0); 1: 0.68 (T1); 1: 0.76 (T2) and 1: 0.82 (T3), once again highlighting the T3 treatment as the most cost-effective and efficient.

In conclusion, the application of 15 ml of Biotic in lactating piglets within the farrowing area significantly improves production performance, feed efficiency and economic profitability, without negatively affecting animal health. Therefore, its use can be considered a safe and effective biotechnological alternative to optimize pig production in technified systems.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina ha tenido grandes cambios durante los últimos años, que incluye: sistemas de producción, tamaño de granja, avances genéticos, sistemas de alimentación, controles de medio ambiente, dietas mejor diseñadas, nuevos nutrientes, manejo, bioseguridad entre otras cosas. Pero estos avances también han generado mayor presencia de enfermedades y una dinámica diferente de éstas en las granjas (Contreras, 2013).

La producción porcina es una de las principales actividades pecuarias a nivel mundial y constituye una fuente fundamental de proteína animal para la alimentación humana. Su importancia radica en su alta eficiencia productiva, rápida tasa de crecimiento y corto ciclo reproductivo, lo que permite una oferta constante de carne de cerdo en los mercados. En muchos países, la porcicultura es un pilar del desarrollo agropecuario, que genera empleo y dinamiza las economías rurales y urbanas. Sin embargo, el éxito de esta industria depende de múltiples factores, como la genética, el manejo, la sanidad y especialmente, la nutrición (Velásquez, 2014).

En este contexto, el uso de aditivos funcionales, como los probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y extractos vegetales, ha ganado relevancia en la nutrición animal. Estas sustancias buscan modular el microbiota intestinal, fortalecer el sistema inmunológico y mejorar la eficiencia en la absorción de nutrientes. Entre estos aditivos, el Biotic se ha postulado como una opción viable para mejorar la salud digestiva y el rendimiento productivo de los lechones en la fase de inicio. Sin embargo, su efectividad depende de múltiples factores, como la dosis administrada, la formulación de la dieta y las condiciones específicas de manejo en cada granja (Buxade, 2015).

Dado el creciente interés en la aplicación de Biotic en la producción porcina, resulta fundamental evaluar su impacto en indicadores clave como la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia, la incidencia de enfermedades y la tasa de mortalidad. En este sentido, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Biotic (0, 5, 10 y 15 ml) en la alimentación de lechones de inicio sobre los índices de producción en la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo", ubicada en el municipio de Cercado, Cochabamba (Maturana, 2022).

Este estudio permitirá determinar la dosis óptima de Biotic para maximizar el desempeño productivo de los lechones y contribuir al desarrollo de estrategias nutricionales más eficientes y sostenibles en la producción porcina. Asimismo, los resultados obtenidos podrán servir de referencia para productores y técnicos interesados en mejorar la salud intestinal y el crecimiento de los lechones sin recurrir al uso de antibióticos, alineándose con las tendencias actuales de producción animal responsable y libre de residuos farmacológicos.

### **1.1. Antecedentes**

Se cree que los cerdos domésticos (*Sus scrofa domestica*) descienden principalmente del jabalí europeo (*Sus scrofa*), con aportes genéticos de subespecies asiáticas como *Sus scrofa vittatus*. La domesticación del cerdo ocurrió hace aproximadamente 9.000 años en dos regiones independientes: el Creciente Fértil (actual Turquía y Oriente Medio) y el sudeste asiático. En Europa, los cerdos nativos eran de cuerpo largo, hocico prominente y pelaje áspero, descendientes casi puros del jabalí europeo (Wilde, 2025).

Durante los siglos XVII y XIX, se introdujeron en Gran Bretaña razas asiáticas como el cerdo chino o siamés (*Sus indicus*), caracterizado por cuerpo redondeado, hocico corto y pelo suave. Aunque menos resistentes y prolíficos que los nativos, estos cerdos asiáticos eran valorados por su madurez precoz y rápida ganancia de peso. Su incorporación al acervo genético europeo dio lugar a razas híbridas que mejoraron los índices productivos, aunque el tipo chino no se mantuvo puro por mucho tiempo (Wilde, 2025).

### **1.2. Planteamiento del problema**

La producción porcina es una actividad económica significativa en muchas regiones, incluido el municipio de Cercado, Cochabamba. La salud y el crecimiento de los lechones lactantes son fundamentales para maximizar la rentabilidad en las granjas porcinas.

La producción porcina en Cochabamba enfrenta dificultades en la etapa de lactancia debido a problemas digestivos, principalmente diarreas, que afectan la salud y el rendimiento de los lechones, generando pérdidas económicas.

En la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo" se busca mejorar los índices productivos mediante la suplementación con Biotic, un probiótico que podría estabilizar el microbiota intestinal y optimizar la conversión alimenticia. Sin embargo, no existe evidencia científica

local que defina la dosis adecuada (0, 5, 10 o 15 ml) para obtener mejoras en ganancia de peso, supervivencia y estado sanitario de los lechones.

### **1.3. Justificación**

El uso de probióticos como Biotic representa una alternativa sostenible frente a los antibióticos promotores de crecimiento, favoreciendo la salud intestinal, la digestibilidad de nutrientes y la eficiencia productiva. Además, responde a la necesidad de producir carne más inocua y competitiva en el mercado.

En Bolivia existe escasa evidencia científica sobre la aplicación de probióticos en porcicultura bajo condiciones locales, lo que limita la toma de decisiones basadas en datos. Este estudio permitirá identificar la dosis óptima (0, 5, 10 o 15 ml) para mejorar parámetros como ganancia de peso, supervivencia y estado sanitario de los lechones, aportando información práctica para productores y contribuyendo al desarrollo económico y la seguridad alimentaria regional.

La utilización de probióticos como promotores de crecimiento en animales destetados se ha constituido en un aliado importante para mejorar los niveles de productividad y competitividad de la industria porcícola. Estos probióticos impiden el metabolismo bacteriano patógeno, por lo que el hospedador logra disminuir la competencia por nutrientes con los microorganismos, mejorando el estatus nutricional y el rendimiento de los animales.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

- Evaluar el efecto de BIOTIC (0, 5, 10 y 15 ml.) en la alimentación de lechones lactantes, sobre los índices de producción en la granja porcina BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, municipio de Cercado – Cochabamba.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Comparar los parámetros productivos de ganancia de peso, ganancia media diaria y conversión alimenticia en lechones lactantes aplicando BIOTIC (0, 5, 10 y 15 ml.).
- Determinar la tasa de mortalidad en lechones lactantes aplicando BIOTIC (0, 5, 10 y 15 ml.).
- Comparar el costo/beneficio en lechones lactantes aplicando BIOTIC (0, 5, 10 y 15 ml.).



### 1.5. Hipótesis

- **H<sub>0</sub>:** La aplicación vía oral del BIOTIC (probiótico), en diferente dosificación no mejora la ganancia de peso, ganancia media diaria y conversión alimenticia en los lechones lactantes de la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo.
- **H<sub>1</sub>:** La aplicación vía oral del BIOTIC (probiótico), coadyuva en la ganancia de peso, ganancia media diaria y conversión alimenticia en los lechones lactantes de la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Probiótico

Los probióticos son microorganismos vivos, como bacterias y levaduras, que, según la definición oficial de la Organización Mundial de la Salud (OMS), "cuando se ingieren en cantidades suficientes, tienen efectos positivos en la salud". Estos microorganismos ayudan a equilibrar la flora intestinal, lo que contribuye a:

- Mejorar la digestión de las fibras.
- Estimular el sistema inmunológico.
- Prevenir y tratar la diarrea.

La inclusión de probióticos en la alimentación animal puede mejorar la salud digestiva y el rendimiento general de los cerdos. (Arce, 2017).

Estos microorganismos pueden agregarse a la fórmula de muchos tipos diferentes de productos, como alimentos, medicamentos y suplementos dietéticos. Las especies más comúnmente utilizadas como probióticos son *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, pero también se utilizan la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus*. Las bacterias ácido lácticas, como *Lactobacillus*, han sido utilizadas durante miles de años en la fermentación de alimentos para su conservación. Además de su papel en la fermentación de alimentos, estas bacterias pueden proporcionar beneficios para la salud al actuar como probióticos. (Tomson, 2011).

#### 2.1.1. Mecanismo de acción

Los microorganismos vivos, al ser ingeridos, interactúan con los microorganismos que residen habitualmente en el microbiota intestinal (anteriormente conocida como "flora intestinal"). Esta interacción genera una "simbiosis" entre ambos conjuntos de microorganismos. Los probióticos inhiben el crecimiento de bacterias patógenas mediante la exclusión competitiva, la modificación del ambiente bacteriano y la secreción de bacteriocinas. Compiten por los receptores en las células del intestino, ayudando a adherirse a la mucosa y fortaleciendo el sistema inmunológico (Martínez, 2018).

## 2.2. Biotic

Biotic es un probiótico natural líquido compuesto por plantas aromáticas y medicinales fermentadas con bacterias ácido lácticos. Este proceso de fermentación da al alimento una frescura y olor ácido, estimula la digestión y facilita la conservación y asimilación de sustancias activas, favoreciendo el equilibrio de la flora intestinal en los animales. (BIOTIC, 2024).

## 2.3. Composición del Biotic

Biotic es un probiótico natural líquido en base a una combinación de diferentes bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus* y *Streptococcus*), ácidos orgánicos (láctico, acético, butírico y propiónico) y extractos de plantas aromáticas y medicinales que mejoran la salud del animal. (BIOTIC, 2024).

### 2.3.1. Lactobacillus

Los *Lactobacillus*, bacterias Grampositivas en el intestino, actúan como probióticos con múltiples beneficios: mejoran la salud intestinal, fortalecen el sistema inmunológico, protegen contra bacterias dañinas y ayudan en la digestión al transformar la fibra en sustancias beneficiosas. (Arias, 2023).

### 2.3.2. Leuconostoc

Es un género de bacterias Gram-positivas, que forman cadenas y se utilizan en la industria alimentaria para fermentación y producción de compuestos aromáticos. También se emplean como probióticos en productos para consumo humano y animal. (Carvajal 2018).

### 2.3.3. Pedioccus

Es un género de bacterias Grampositivas que producen ácido láctico mediante la fermentación. Son importantes en la producción de alimentos fermentados y algunas especies se utilizan como probióticos para mejorar la salud intestinal y fortalecer el sistema inmunológico. (Gomez, 2021)

### 2.3.4. Lactococcus

Es un género de bacterias Grampositivas que se encuentra en el tracto gastrointestinal de mamíferos y aves. Son importantes para la fermentación de alimentos y la producción de ácido láctico. En la industria láctea se utilizan para hacer productos como yogur y queso. Además,

pueden beneficiar la salud de los animales al mejorar la digestión y fortalecer el sistema inmunológico. (Gomez, 2021)

### **2.3.5. Streptococcus**

Una bacteria Gram positiva de la familia Streptococcaceae, es anaerobia facultativa y tiene forma de coco o esférica. El Streptococcus incluye cepas no patógenas que benefician al organismo humano y otros animales. Estos beneficios incluyen mejorar la digestión y absorción de nutrientes, competir con bacterias dañinas, sintetizar vitaminas como la K, fortalecer el sistema inmunológico y ser útiles en la producción de alimentos fermentados. (Paredes, 2021).

### **2.4. Modo de acción**

- Mejora la tasa de conversión y aprovechamiento del alimento suministrado.
- Fortalece el proceso de transformación y absorción de proteínas nutrientes y minerales.
- Controla los patógenos intestinales que previene problemas metabólicos.
- Estimula la digestión y el apetito.
- Fortalece el sistema inmunológico.
- Reconstruye la mucosa intestinal y la estabilización interna de la microflora.
- Proviene diarreas neonatales en todas las especies.
- Se puede combinar con todos los alimentos agua y medicamentos.
- Ayuda en caso de cambios en la alimentación disminución del apetito e ingesta nutricional deficiente.
- Se establece la flora intestinal después de un tratamiento con antibióticos. (BIOTIC, 2024).

### **2.5. Uso de Biotic**

Biotic estimula una correcta alimentación en vacunos, aves, porcinos, equinos, peces y animales domésticos como perros y gatos, entre otros. Es importante asegurarse de que el animal ingiera el 100 % de la dosis preferentemente en horas de la mañana y en un lugar con sombra diaria recomendada, (BIOTIC, 2024).

## 2.6. Antecedentes históricos de los cerdos

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus*) tiene su origen en el jabalí salvaje, domesticado hace aproximadamente 9,000 años en Asia y Europa. Fue uno de los primeros animales utilizados por el ser humano debido a su adaptabilidad, prolificidad y eficiencia alimenticia. En Europa, la domesticación se consolidó alrededor de 1,500 a.C., dando lugar a tres grandes grupos raciales: asiáticos, nórdicos y mediterráneos. Los cerdos fueron introducidos en América por Cristóbal Colón en 1493, expandiéndose por el continente y convirtiéndose en una especie clave en la producción pecuaria moderna (González Martínez, 2018).

## 2.7. Clasificación taxonómica del porcino:

**Cuadro 1. Clasificación zoológica de los cerdos:**

| Categoría taxonómica | Clasificación               |
|----------------------|-----------------------------|
| <b>Dominio</b>       | Eukaryota                   |
| <b>Reino</b>         | Animalia                    |
| <b>Filo</b>          | Chordata                    |
| <b>Subfilo</b>       | Vertebrata                  |
| <b>Clase</b>         | Mammalia                    |
| <b>Orden</b>         | Artiodactyla                |
| <b>Suborden</b>      | Suina                       |
| <b>Familia</b>       | Suidae                      |
| <b>Subfamilia</b>    | Suinae                      |
| <b>Género</b>        | <i>Sus</i>                  |
| <b>Especie</b>       | <i>Sus scrofa</i>           |
| <b>Subespecie</b>    | <i>Sus scrofa domestica</i> |

Fuente: (Contreras, 2013)

## 2.8. Lactancia

### 2.8.1. Manejo de los animales durante el periodo de lactancia

El periodo de lactancia representa una etapa crítica en la vida del lechón, donde se define su capacidad de supervivencia, crecimiento y desarrollo inmunológico. Durante los primeros días de vida, especialmente las primeras 72 horas, se concentra entre el 70% y 80% de la mortalidad neonatal, siendo el aplastamiento por parte de la madre una de las principales

causas. Esta vulnerabilidad está estrechamente relacionada con la vitalidad del lechón, la cual depende del peso al nacimiento, la capacidad de termorregulación y el acceso al calostro,(Ramos, 2018).

El manejo adecuado durante esta fase incluye:

- **Acceso temprano al calostro:** Fundamental para la inmunidad pasiva, ya que contiene altas concentraciones de inmunoglobulinas que solo se absorben eficientemente en las primeras horas de vida.
- **Control de temperatura ambiental:** Los lechones con bajo peso tienen dificultades para mantener su temperatura corporal, por lo que es esencial proporcionarles un ambiente cálido y seco.
- **Higiene y bioseguridad:** Minimizar el riesgo de infecciones mediante limpieza constante del área de maternidad.
- **Manejo de la cerda:** Evitar el estrés, mantenerla en decúbito lateral para facilitar el acceso a la ubre, y asegurar una dieta balanceada que favorezca la producción de leche.
- **Intervención del productor:** Supervisar constantemente el comportamiento de la cerda y los lechones, redistribuir los más débiles si es necesario, y garantizar que todos reciban suficiente alimento.

### 2.8.2. Periodo de lactancia

El periodo de lactancia en cerdos lechones es una etapa crítica que se extiende desde el nacimiento hasta el destete, generalmente entre los 21 y 28 días de vida. Durante esta fase, los lechones dependen exclusivamente de la leche materna para obtener nutrientes esenciales, energía y protección inmunológica. El calostro, producido en las primeras horas postparto, es vital para la supervivencia, ya que contiene inmunoglobulinas que fortalecen el sistema inmunológico del neonato y favorecen la maduración intestinal. Una adecuada nutrición de la cerda durante la lactancia influye directamente en la calidad de la leche y en el crecimiento de los lechones. Factores como el tipo de dieta, el ambiente térmico, la genética y el manejo zootécnico son determinantes para reducir la mortalidad neonatal y mejorar los parámetros productivos (Pérez Fuentes, 2025).

### 2.8.3. Calostro

Según Huerta (2017), Debemos recordar que las primeras horas de vida del lechón y su éxito futuro depende del rápido acceso al calostro. Un lechón necesita ingerir de 200 a 400 gramos de calostro, pero hay que considerar la producción de calostro por parte de la cerda y de la absorción por parte de los lechones:

- El calostro solo es producido por la cerda durante 24 a 48 horas, y la concentración de IgG se reduce rápidamente tras el parto.
- El intestino del lechón va reduciendo su capacidad de absorción de las inmunoglobulinas rápidamente. A partir de las 12 horas tras el parto ya solo se absorben un 25% de los anticuerpos.

**Cuadro 2. Influencia de la ingesta de calostro en la supervivencia del lechón:**

| Ingesta de calostro | Mortalidad pre destete |
|---------------------|------------------------|
| < 200 gramos        | 43,40%                 |
| > 200 gramos        | 7,10%                  |

Fuente: Huerta (2017).

### 2.8.4. Fisiología digestiva del cerdo

El tracto digestivo se considera como un tubo que transcurre desde la boca hasta el ano, revestido de una membrana mucosa, cumpliendo con las funciones de digestión y absorción de los alimentos, barrera protectora contra gérmenes, concluyendo con la posterior eliminación de los desechos sólidos. El intestino delgado es el lugar donde se produce mayoritariamente la absorción de los nutrientes, proceso que se ve favorecido por la presencia de las vellosidades intestinales que hacen que la superficie de absorción de nutrientes aumenta notablemente. Al tracto digestivo llegan una serie de secreciones que contienen principalmente enzimas como proteasas, amilasas, su crasas y lipasas entre otras que hidrolizan los diferentes componentes de los alimentos como proteínas, almidón, azúcares y grasas (Buxade, 2015).

### **2.8.5. Integridad intestinal del lechón**

La atención de la integridad intestinal se verá reflejada en la disminución de enfermedades digestivas, ganancia de peso, menor conversión alimenticia, menos días al mercado y alta rentabilidad. El desarrollo funcional y la maduración intestinal se llevan a cabo en las primeras semanas de vida del lechón e intervienen diferentes factores internos del animal, externos y medioambientales (Velasco, 2014).

### **2.8.6. Características del aparato digestivo del cerdo**

Su aparato digestivo de escasa longitud, digiere mejor los alimentos concentrados pobres en celulosa que los alimentos voluminosos, debido a la carencia de reservorio gástrico, o sea varios estómagos como en el caso de los rumiantes. El cerdo difiere de otras especies, en que digiere mejor la proteína cruda y las materias extractivas libres de nitrógeno que las demás clases de alimentos, (Lindberg, 2018).

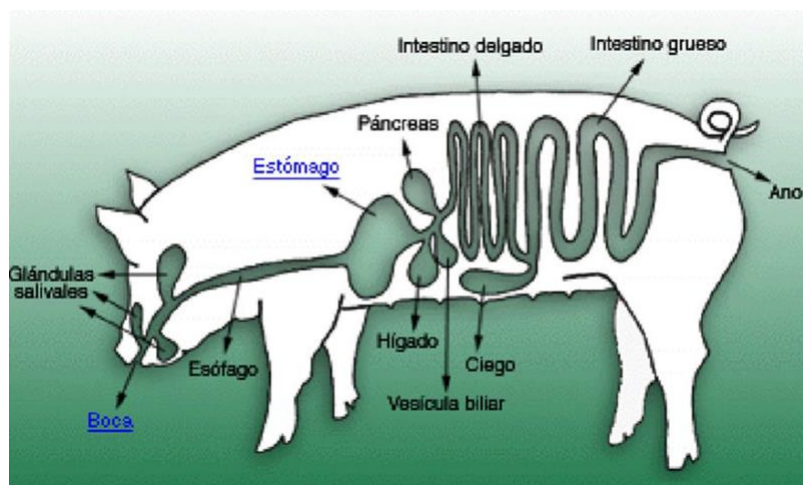
El sistema digestivo del cerdo es relativamente sencillo en cuanto a órganos, compuesto por boca, estómago, intestino delgado e intestino grueso. Está diseñado para raciones completas basadas en concentrados y funciona como un tubo músculo-membranoso que conecta la boca con el ano (Rouchey, 2014).

La digestión en el cerdo involucra procesos mecánicos (masticación y contracciones musculares), químicos (enzimas de jugos digestivos) y microbianos. Aunque los procesos microbianos son más relevantes en rumiantes, en el cerdo también cumplen un papel en el intestino grueso (Silva, 2020).

El hígado y el páncreas contribuyen a la digestión de los animales produciendo enzimas digestivas. El hígado produce bilis, que es necesario para la emulsificación de las grasas. El páncreas produce los jugos pancreáticos que poseen enzimas que digieren el almidón (carbohidratos), las proteínas (tripsina y quimiotripsina) y las grasas (lipasas), un lechón de 5 semanas de edad produce medio litro de jugo pancreático por día, (Lindberg, 2018).



## Anatomía Digestiva del Cerdo



Fuente: <http://www.pue.ellsweduc/prodanimldigestiv/fil3b.htm>.

Según Lindberg, (2018), la constitución anatómica del cerdo consiste en:

- Boca: la actividad oral es relativamente grande; la longitud está influenciada por la raza.
- Mejillas: la mucosa de las mejillas es lisa, glándulas bucales están dispuestas en dos filas opuestas a los dientes de las mandíbulas.
- Paladar duro: el paladar duro es largo y estrecho, está marcado por surcos a cada lado y presenta 20 o más crestas.
- Lengua: la lengua es larga, estrecha y su punta o vértice es delgado. Existen dos o tres papilas caliciformes, las fungiformes son pequeñas y más numerosas, lateralmente.
- Dientes:

**Cuadro 3. Lechón (dientes de leche):**

| <b>TIPO DE DIENTE</b> | <b>SUPERIOR (MAXILAR)</b> | <b>INFERIOR (MANDÍBULA)</b> |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>INCISIVOS</b>      | 3                         | 3                           |
| <b>CANINOS</b>        | 1                         | 1                           |
| <b>PREMOLARES</b>     | 3                         | 3                           |
| <b>MOLARES</b>        | 0                         | 0                           |

**Total, de dientes deciduos: 28 dientes.**

**Cuadro 4. Cerdo adulto (dientes permanentes):**

| <b>TIPO DE DIENTE</b> | <b>SUPERIOR (MAXILAR)</b> | <b>INFERIOR (MANDÍBULA)</b> |
|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>INCISIVOS</b>      | 3                         | 3                           |
| <b>CANINOS</b>        | 1                         | 1                           |
| <b>PREMOLARES</b>     | 4                         | 4                           |
| <b>MOLARES</b>        | 3                         | 3                           |

**Total de dientes permanentes: 44 dientes**

- **Faringe:** la faringe, larga y estrecha, se extiende hasta el nivel de la vértebra C2, está dividida en nasofaringe y orofaringe.
- **Paladar blando:** el paladar blando es muy grueso; la longitud en el animal de tamaño medio es de unos 5 cm., la dirección casi continua con la del paladar duro, esto es casi horizontal, la superficie oral presenta un surco medio y a cada lado existe una zona elevada de forma oval.
- **Esófago:** el esófago se origina en el vestíbulo esofágico de la faringe. Es corto y prácticamente recto.
- **Estómago:** el estómago es grande, su capacidad media es de 5,7 a 8 litros, la parte izquierda es grande y redondeada, mientras que la derecha (parte pilórica) es pequeña y se arquea dorsalmente para unirse al intestino delgado, presenta un saco ciego aplanado y cónico que es el divertículo.

- Intestino delgado: el intestino delgado mide 15 a 20 m. de largo
- Duodeno: la porción intestinal sujeta por los primeros 60 cm de mesenterio y con 5 o 6 cm. De largo, surge el lado derecho en la región del décimo al duodécimo espacio intercostal y desde el píloro.
- Yeyuno e íleon: el resto del intestino tiene un mesenterio, aproximadamente 15 a 20 cm. De largo, grueso, que contiene gran cantidad de grasa y numerosos ganglios linfáticos en su raíz.
- Intestino grueso: el intestino grueso tiene de 4 a 4.5 m de longitud y en su mayor parte es mucho más ancho que el intestino delgado; está conectado por un mesenterio con la pared abdominal dorsal, entre los riñones.
- Ciego: el ciego es cilíndrico de 20 a 30 cm de largo y de 8 a 10 cm de ancho, tiene tres bandas musculares longitudinales y tres filas de saculaciones.
- Colon: el colon tiene al principio el mismo diámetro del ciego, pero gradualmente se hace más pequeño. Asienta principalmente a la izquierda del plano medio, caudal al estómago, se divide en colon descendente, colon transverso y colon descendente.
- Recto: el recto es la continuación del colon descendente, está rodeado normalmente por gran cantidad de grasa.
- Ano: el ano es corto, los siguientes músculos están relacionados con el ano; esfínter anal interno, anillo del musculo liso que rodea al ano, esfínter anal externo y musculo elevador del ano (Lindberg, 2018).

#### **2.8.7. Principales enfermedades que afectan a los lechones recién nacidos**

El cerdo como todo ser vivo está expuesto a múltiples factores que afectan su salud, muchos de estos se pueden prevenir mediante las prácticas de manejo, por lo que se considera de suma importancia conocer los elementos predisponentes más importantes, referente a cada complejo patológico. Las principales enfermedades que afectan a los lechones recién nacidos son relacionadas con el sistema digestivo como primera instancia, seguidas de las enfermedades del sistema respiratorio, nervioso y por ultimo las que afectan al sistema locomotor, también están las enfermedades carenciales (Velásquez, 2014), a continuación se detallan las enfermedades más comunes:

### 2.8.8. Enterocolibacilosis (*Enterotoxigénica E. coli* — ETEC)

- **Agente / etiología:** Enterotoxigénicas *Escherichia coli* (fimbrias F4/K88, F5, F6, etc. y genes productores de enterotoxinas).
- **Diagnóstico:** diarrea acuosa en lechones de días a pocas semanas; confirmación por aislamiento bacteriano del intestino y genotipado (PCR para fimbrias/toxinas).
- **Lesiones:** intestino delgado con contenido líquido, mucosa congestionada; en histología adherencia bacteriana sobre borde en cepillo y escasa lesión necrotizante (sobre todo hipersecretoria).
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** rehidratación oral/IV y antimicrobianos según antibiograma. Principios activos usados según sensibilidad: ampicilina/amoxicilina, trimetoprim-sulfonamidas, (en casos seleccionados) cefalosporinas o fluoroquinolonas, siempre basados en MIC y normativa local. La restauración hidroelectrolítica es clave.
- **Prevención:** manejo (higiene farrowing, manejo térmico), vacunación de la cerda para aumentar lactogenic immunity, control de la carga ambiental (Merck., 2025).

### 2.8.9. Enteritis por *Clostridium perfringens* (principalmente tipo C; también A)

- **Agente / etiología:** *Clostridium perfringens* tipo C (beta-toxina), forma peracuta y altamente letal en neonatos.
- **Diagnóstico:** clínica de diarrea hemorrágica, necropsia con necrosis intestinal severa; aislamiento microbiológico y examen histopatológico (necrosis de vellosidades y abundantes bacilos).
- **Lesiones:** necrosis mucosa severa, hemorragia intestinal y, a nivel histológico, destrucción de vellosidades e infiltrados.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** cuando aparecen signos clínicos la terapia suele ser poco eficaz. En brote, profilaxis/prevención es prioritaria; se puede administrar antitoxina tipo C o antimicrobianos de forma muy temprana (por ejemplo, amoxicilina/penicilina de acción prolongada como medida metafiláctica), la literatura indica que el tratamiento después del inicio suele ser de poco beneficio.
- **Prevención:** inmunización de la cerda (vacunas toxoides) para transferir inmunidad calostrál; limpieza y desinfección entre lotes, reducir la carga ambiental (Merck., 2025).

### 2.8.10. Coccidiosis neonatal (*Cystoisospora* / *Isospora suis*)

- **Agente / etiología:** *Cystoisospora suis* (antes llamado *Isospora suis*). Ocurre en lechones confinados; patogenicidad en los primeros días de vida.
- **Diagnóstico:** diarrea amarillenta/mucosa en lechones 5–14 días; diagnóstico definitivo por necropsia/histopatología + búsqueda de ooquistes en heces (aunque la necropsia/histo es más sensible).
- **Lesiones:** lesión principalmente en intestino delgado — fusión y acortamiento de vellosidades, inflamación, a veces diarrea sin alta mortalidad, pero con retraso de crecimiento.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** toltrazuril (antiprotozoario) es el fármaco de elección para control y prevención (aplicación oral o parenteral en primeros días de vida; existen formulaciones combinadas con hierro). Además, soporte y control ambiental.
- **Prevención:** saneamiento del entorno del parto (limpieza a fondo, desinfección anticoccidial cuando corresponda), tratamiento metafiláctica de lechones en granjas afectadas (Lowa, 2015).

### 2.8.11. Rotavirus neonatal (A, B, C)

- **Agente / etiología:** Rotavirus A (y B/C), causa diarrea neonatal (conurrencia con otras enteropatías).
- **Diagnóstico:** detección de antígeno/ARN viral en heces (ELISA, PCR) y lesiones histológicas en mucosa intestinal.
- **Lesiones:** acortamiento de vellosidades, pérdida de relaciones vellosidad:cripta, atrofia villi.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** no existe un antiviral específico; manejo consiste en soporte (rehidratación, calor) y prevención mediante inmunidad de la cerda (vacunación calostrál) y manejo higiénico.
- **Prevención:** vacunación materna, higiene, adecuada temperatura y manejo (Merck., 2025).

### 2.8.12. Onfalitis / infección del cordón umbilical y artritis séptica.

- **Agente / etiología:** infecciones bacterianas secundarias tras contaminación del ombligo: *E. coli*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Actinobacillus*.
- **Diagnóstico:** cordón umbilical inflamado, pus, piadosa; en artritis: cojeras y articulaciones calientes; diagnóstico por cultivo bacteriano de navel/joint.
- **Lesiones:** infiltración purulenta del cordón, extensión a cavidad abdominal y articulaciones con sinovitis.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** drenaje si es posible, antibióticos sistémicos (ejemplos: amoxicilina/ampicilina, procaína penicilina, o combinaciones según cultivo), cuidados locales (antisépticos: povidona yodada).
- **Prevención:** higiene del cordón (secado, desinfección al nacimiento), manejo de la cama sanitaria (Merck., 2025).

### 2.8.13. Meningitis (*Streptococcus suis*)

- **Agente / etiología:** *Streptococcus suis* (varios serotipos) — causa meningitis, septicemia, artritis en lechones (más frecuente en lactantes/recién destetados). Zoonosis potencial.
- **Diagnóstico:** signos neurológicos (opisthotonus, paddling), fiebre, artritis; diagnóstico por cultivo (sangre, LCR) y PCR/serotipado.
- **Lesiones:** meningitis fibrinopurulenta (leptomeninges opacas/edematosas), poliartritis, focos de sépsis en distintos órganos.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** antibióticos sistémicos de amplio espectro según sensibilidad: penicilinas (ampicilina), ceftiofur, en algunos casos gentamicina/trimetoprim-sulfa — siempre guiados por antibiograma. En lesiones neurológicas avanzadas el pronóstico puede ser grave.
- **Prevención:** higiene, manejo, control de factores predisponentes (p. ej. PRRS aumenta incidencia), programas vacunales donde corresponda (Merck., 2025).

### 2.8.14. Anemia por deficiencia de hierro (carencial)

- **Agente / etiología:** carencia nutricional fisiológica en neonatos porque la leche de cerda contiene muy poco hierro y las reservas neonatales son bajas.

- **Diagnóstico:** palidez de mucosas, retraso crecimiento, hematocrito bajo / hemograma que confirma anemia microcítica hipocrómica.
- **Lesiones:** palidez de tejidos; no hay lesiones específicas macroscópicas aparte de efectos sistémicos por anemia.
- **Tratamiento (principio activo ejemplar):** hierro dextrán (gleptoferron / iron dextran) inyección IM o SC en los primeros 1–3 días de vida; dosis habituales comerciales entre 100–200 mg Fe/piglet según formulación. Ver etiqueta y normativa local.
- **Prevención:** profilaxis con inyección de hierro estándar en neonatos; buena nutrición de la cerda (Med, 2025).

#### 2.8.15. Hipotermia, hipoglucemia e inanición (causas multifactoriales de mortalidad neonatal)

- **Agente / etiología:** factores ambientales y de manejo (frío, aplastamiento por la cerda, falta de energía, calostro insuficiente).
- **Diagnóstico:** lechones fríos, letárgicos, hipoglucemia (medible), signos de inanición.
- **Lesiones:** no específicas; en necropsia puedes ver depleción de grasa y baja condición corporal.
- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** manejo inmediato: secado, calor (lámparas, calentadores), aporte de glucosa y rehidratación; suplementar con calostro/reemplazantes si no puede mamar. No es farmacológico primario, es manejo.
- **Prevención:** asegurar calostro en primeras horas, temperatura ambiente adecuada en la paridera, manejo de la cerda para reducir aplastamientos (Med, 2025).

#### 2.8.16. Enfermedad por edema (*Edema disease*, *E. coli* con toxina *Shiga-like*)

- **Agente / etiología:** determinados serotipos de *E. coli* productores de toxinas (p. ej. F18) que producen toxina Shiga-like; más frecuente en transición/post-destete, pero pueden observarse casos en neonatos tardíos.
- **Diagnóstico:** signos neurológicos (ataxia, excitación, muerte súbita), aislamiento de *E. coli* con factores de virulencia; necropsia con edema cerebral y subcutáneo.
- **Lesiones:** edema (subcutáneo, gástrico, intestinal), lesiones cerebrales por edema multifocal y vasculopatía.

- **Tratamiento (principio activo ejemplo):** terapia de apoyo; antibióticos según antibiograma; prevención por manejo y vacunación donde esté disponible. En la práctica, el control ventilado y nutricional en transición es esencial (Merck., 2025).

## 2.9. Alimentación

La alimentación del cerdo constituye uno de los pilares fundamentales en la producción porcina moderna, al representar el principal factor que determina la eficiencia productiva, el bienestar animal y la rentabilidad económica del sistema. Debido a que los cerdos son animales monogástricos omnívoros, su dieta debe formularse con base en un equilibrio preciso de nutrientes esenciales como energía, proteína, aminoácidos, minerales, vitaminas y fibra, además de un suministro constante de agua de calidad. La adecuada composición nutricional permite satisfacer las necesidades fisiológicas específicas en cada etapa del ciclo productivo, optimizando la conversión alimenticia, el crecimiento, la calidad de la canal y el desempeño reproductivo (NRC, 2012)

La energía es el componente más costoso y determinante del alimento porcino, proveniente principalmente de cereales como el maíz y el trigo, así como de fuentes lipídicas. Una dieta con la densidad energética apropiada garantiza un crecimiento sostenido y eficiente, mientras que el déficit o exceso energético puede generar problemas metabólicos o acumulación excesiva de grasa (FAO, 2010).

En cuanto a la proteína, más que la cantidad total, es fundamental el aporte adecuado de aminoácidos esenciales como: lisina, metionina, treonina y triptófano, los cuales son críticos para la síntesis de tejidos, el desarrollo magro y la producción de leche en la cerda lactante. La inclusión de aminoácidos sintéticos y fuentes proteicas de alta digestibilidad permite reducir la proteína bruta total, minimizando así la excreción de nitrógeno al ambiente (Robert., 2022).

Los minerales y las vitaminas, aunque requeridos en menores cantidades, desempeñan un papel esencial en el metabolismo, la integridad ósea, la reproducción y la respuesta inmunitaria. En particular, el fósforo en su forma digestible y el calcio deben mantenerse en proporciones adecuadas, ya que sus desbalances pueden afectar tanto el crecimiento como la sustentabilidad ambiental del sistema (Arnold, 2015).



Asimismo, la inclusión controlada de fibra, en combinación con aditivos funcionales como probióticos, enzimas, prebióticos y extractos fitogénicos, mejora la salud intestinal y la digestibilidad de nutrientes (Kimed 2023).

La importancia de la alimentación porcina radica no solo en su influencia directa sobre el rendimiento productivo y reproductivo, sino también en su impacto económico y ambiental. Se estima que los costos de alimentación representan entre el 60 y el 80 % del total de gastos en una granja porcina, por lo que una formulación precisa y estrategias de alimentación por fases (fase nursery, crecimiento y cebo) son esenciales para maximizar la eficiencia (Arnold, 2015).

Además, las estrategias nutricionales sostenibles contribuyen a reducir la contaminación ambiental, mejorando la eficiencia de utilización del nitrógeno y el fósforo (NRC, 2012).

El impacto de la nutrición es determinante en cada etapa productiva. En los lechones lactantes, el suministro de alimento sólido temprano (creep feeding) facilita la transición al destete y estimula el desarrollo del aparato digestivo. Durante la etapa de destete o guardería, las dietas deben ser densas en energía y altamente digestibles para contrarrestar el estrés y evitar trastornos digestivos. En crecimiento y cebo, la relación energía: proteína debe ajustarse para promover la ganancia magra sin exceso de grasa. Finalmente, en gestación y lactancia, la dieta debe garantizar una adecuada condición corporal y una producción de leche óptima, mientras que, en los verracos reproductores, la alimentación equilibrada mantiene la libido y la calidad seminal (Lowa, 2015).

En síntesis, la alimentación del cerdo es un componente estratégico que integra ciencia, economía y sostenibilidad. Su correcta planificación impacta la eficiencia alimenticia, el bienestar animal, la calidad del producto final y la sustentabilidad ambiental del sistema productivo. Por tanto, una nutrición técnicamente fundamentada y adaptada a las necesidades fisiológicas de cada etapa es esencial para garantizar la competitividad y sostenibilidad de la producción porcina moderna (Renteria, 2021).

### **2.9.1. Etapas de la alimentación en la porcinocultura**

Las etapas de alimentación más comúnmente reconocidas en programas de producción porcina son: (1) lechón lactante, (2) destete o guardería, (3) crecimiento, (4) cebo o acabado, (5) gestación y lactancia, y (6) reproductores machos. En la fase de lactancia, la provisión de calostro y leche materna es fundamental, mientras que el creep feeding estimula el desarrollo intestinal y la transición al alimento sólido. En el destete, las dietas deben ser altamente digestibles y palatables para evitar trastornos digestivos. Durante el crecimiento y el cebo, la relación energía: proteína debe ajustarse para maximizar la ganancia magra sin exceso de grasa. En gestación y lactancia, la alimentación debe mantener una condición corporal adecuada y soportar la producción de leche, mientras que en los verracos se busca mantener la libido y calidad seminal (Ernest, 2013).

Separar la alimentación en etapas se justifica por diferencias biológicas y económicas: los requerimientos nutricionales varían según la fase de desarrollo, el sistema digestivo se adapta progresivamente, y los costos del alimento representan hasta el 80 % del costo total de producción. La alimentación por fases permite ajustar la densidad energética y el contenido de aminoácidos a las necesidades reales de cada etapa, mejorando la eficiencia, reduciendo el desperdicio de nutrientes y mitigando el impacto ambiental (Lewis R, 2023).

En síntesis, la estratificación de la alimentación en fases permite adaptar la oferta nutricional a las demandas fisiológicas y productivas del cerdo en cada etapa. Su correcta planificación maximiza la conversión alimenticia, promueve la salud intestinal, mejora la calidad de la canal y reduce costos de producción, constituyéndose en una herramienta esencial para la competitividad y sostenibilidad de la producción porcina (Robert., 2022).

### **2.9.2. Verracos**

El verraco, como macho reproductor, desempeña un papel esencial en la eficiencia genética y reproductiva del hato porcino. Su alimentación debe mantener una condición corporal óptima, evitando tanto la obesidad como la delgadez extrema, pues ambas afectan la libido, la calidad seminal y la frecuencia de servicio. La dieta debe proveer niveles adecuados de energía metabolizable, proteína de alta calidad, zinc, selenio, vitamina E y antioxidantes naturales que mejoren la integridad espermática. Además, el manejo alimenticio debe considerar la temperatura ambiental, ya que el estrés térmico reduce la producción y calidad del semen (Lewis R, 2023).

### **2.9.3. Chanchillas (reemplazo o futuras madres)**

Las chanchillas representan la base genética del futuro plantel reproductivo, por lo que su nutrición debe orientarse a lograr un crecimiento moderado, sin exceso de grasa corporal, promoviendo el desarrollo adecuado del aparato reproductor. La alimentación debe garantizar una correcta relación entre energía y lisina digestible, además de un aporte equilibrado de calcio y fósforo, fundamentales para la estructura ósea. Un manejo nutricional deficiente puede provocar irregularidades en el ciclo estral, baja tasa de ovulación y fallas en la implantación embrionaria (NRC, 2012).

### **2.9.4. Gestación**

Durante la gestación, la alimentación tiene como objetivo mantener la condición corporal adecuada de la cerda y favorecer el desarrollo embrionario y fetal. Las dietas deben contener una densidad energética moderada para evitar obesidad, ya que esta reduce la ingesta voluntaria durante la lactancia y afecta la prolificidad futura. Asimismo, es fundamental asegurar el aporte de aminoácidos esenciales, minerales traza y vitaminas antioxidantes. El manejo de la alimentación controlada en esta etapa es clave para minimizar pérdidas embrionarias y mejorar la uniformidad de las camadas (Robert., 2022).

### **2.9.5. Maternidad**

La etapa de maternidad exige una alta densidad energética y proteica, debido a la gran demanda de nutrientes para la producción de leche y la recuperación corporal posparto.

La cerda lactante necesita maximizar su consumo voluntario de alimento para sostener el crecimiento de la camada y evitar pérdidas excesivas de peso. Dietas con fuentes de energía de alta digestibilidad, aminoácidos esenciales y un adecuado balance de calcio y fósforo son indispensables. Un déficit nutricional afecta la producción láctea y prolonga el intervalo destete-celo, reduciendo la eficiencia reproductiva (NRC, 2012).

### **2.9.6. Pre - inicio (lechones lactantes)**

El lechón lactante, en las primeras semanas de vida, depende casi exclusivamente de la leche materna, pero la introducción temprana de alimento sólido o *creep feed* estimula el desarrollo del tracto gastrointestinal y la adaptación a nutrientes no lácteos. El alimento preinicial debe

ser altamente digestible, palatable y con ingredientes de origen lácteo (como plasma, suero de leche, harina de pescado). Su objetivo es reducir el impacto del destete y promover una transición suave hacia el alimento sólido (FAO, 2010)

#### **2.9.7. Inicio (lechones destetados – recría)**

Durante el destete (alrededor de los 21 a 28 días), el cerdo sufre estrés nutricional e inmunológico por el cambio de dieta y la separación materna. En esta etapa, las dietas deben contener energía concentrada, fuentes proteicas de alta digestibilidad, y aditivos funcionales (enzimas, probióticos, prebióticos, nucleótidos) que ayuden a mantener la integridad intestinal y prevenir diarreas postdestete. Una nutrición adecuada mejora la ganancia de peso y prepara al lechón para una fase de crecimiento eficiente (Robert., 2022).

#### **2.9.8. Engorde (crecimiento - acabado)**

En la etapa de engorde, el objetivo principal es maximizar la ganancia diaria de peso y la eficiencia de conversión alimenticia, manteniendo la calidad de la canal. Se ajustan las concentraciones de energía y aminoácidos según el peso y la fase de crecimiento. Las dietas deben favorecer una mayor proporción de carne magra y minimizar la deposición de grasa. Además, el uso de programas de alimentación por fases permite reducir costos y excreciones de nitrógeno y fósforo, mejorando la sustentabilidad ambiental (NRC, 2012).

**Cuadro 5. Etapas de alimentación Balanceada para los cerdos**

| ETAPA                                       | CANTIDAD DE<br>ALIMENTO<br>POR<br>DÍAS/CERDOS | CANTIDAD DE<br>ALIMENTO POR LA<br>MAÑANA  |                          | CANTIDAD DE<br>ALIMENTO POR LA<br>TARDE |                          | TIEMPO DE<br>DAR EL<br>ALIMENTO                                     |
|---|---|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
|   |   | HORA  | KG/CERDO                 | HOR<br>A                                | KG/CERDO                 |   |
| <b>VERRACO</b>                              | 3<br>kg/Dia/Animal                            | 10:00<br>AM   | 1,5<br>kg/Dia/Anim<br>al | 16:00<br>PM                             | 1,5<br>kg/Dia/Anima<br>l | Todo el año   |
| <b>CHANCHILLAS</b>                          | 3<br>kg/Dia/Animal                            | 10:00<br>AM   | 1,5<br>kg/Dia/Anim<br>al | 16:00<br>PM                             | 1,5<br>kg/Dia/Anima<br>l | 5 meses   |
| <b>GESTACIÓN</b>                            | 4<br>kg/Dia/Animal                            | 10:00<br>AM   | 2<br>kg/Dia/Anim<br>al   | 16:00<br>PM                             | 2<br>kg/Dia/Anima<br>l   | 116 días  |
| <b>MATERNIDAD</b>                           | 7<br>kg/Dia/Animal                            | Esta cantidad debe darse partido en 5 partes,<br>es decir: a las 8 – 10 – 12 de la mañana y a<br>las 2 y 4 de la tarde.   |                          |   |                          | 28 días<br>(momento del<br>destete de<br>los lechones<br>lactantes) |
| <b>PRE-INICIO<br/>(LECHÓN<br/>LACTANTE)</b> | 300<br>Gramos/Dia/Animal                      | La sistemática de dar el alimento debe ser de<br>la siguiente manera: poco, constante y debe<br>aumentar cada vez que, de el alimento, pero<br>asegurándose de que los lechones terminen el<br>alimento balanceado. |                          |   |                          | Desde los 5<br>días de<br>nacido hasta<br>los 28 días.              |
| <b>INICIO (LECHÓN<br/>DESTETADO)</b>        | 2<br>kg/Dia/Animal                            | 10:00<br>AM   | 1<br>kg/Dia/Anim<br>al   | 16:00<br>PM                             | 1<br>kg/Dia/Anima<br>l   | De los 28 días<br>hasta los 70<br>días.                             |
| <b>ENGORDE</b>                              | 3<br>kg/Dia/Animal                            | 10:00<br>AM   | 1,5<br>kg/Dia/Anim<br>al | 16:00<br>PM                             | 1,5<br>kg/Dia/Anima<br>l | De los 70 días<br>a los 150<br>días.                                |

Fuente: Elaboración propia, en función al manejo que se ejecuta dentro de la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo", (2025).

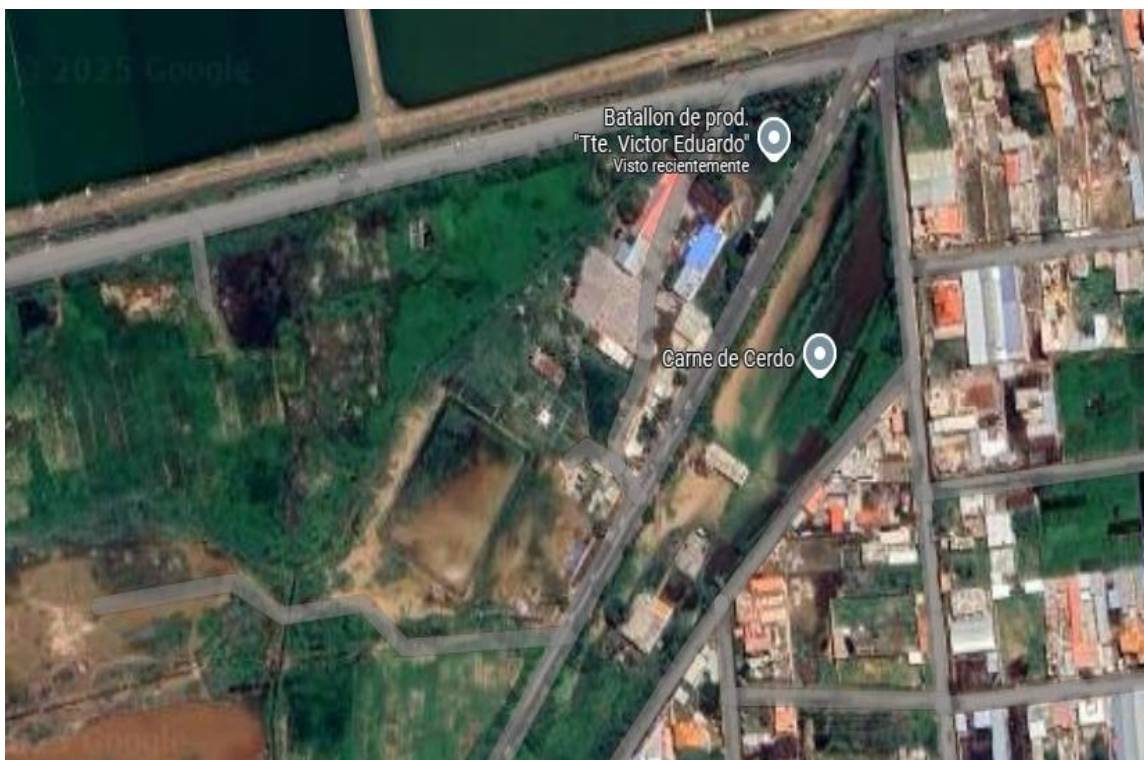
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la granja porcina BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, ubicada en la comunidad de Cercado, Cochabamba, perteneciente al municipio de Cochabamba, primera sección de la provincia Cercado del departamento de Cochabamba, la misma se encuentra ubicada a  $66^{\circ}19'38''91''$  de longitud Oeste y  $17^{\circ}43'47.269''$  de latitud sur en relación del meridiano de Greenwich. La granja se encuentra en una altura de 2570 m.s.n.m, una precipitación media anual de 450 – 800 mm, una temperatura máxima de  $33^{\circ}\text{C}$  y una temperatura mínima de  $5^{\circ}\text{C}$  con una media anual de  $19^{\circ}\text{C}$ . y humedad relativa promedio anual del 50% (Maturana, 2022).

**Figura 1. Imagen satelital de la granja BPE– IV “Tte. Víctor Eduardo”.**



Fuente: Google Maps Agosto (2025)

### **3.1.2. Características edafoclimáticas**

La granja porcina BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, se encuentra en el departamento de Cochabamba donde tiene un clima templado y seco, con temperaturas agradables durante gran parte del año. Durante el mes de mayo, las temperaturas suelen oscilar entre los 8 °C por la noche y los 26 °C durante el día. La zona de Albarrancho, al estar en la parte sur de la ciudad, comparte estas condiciones climáticas (Maturana, 2022).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de estudio**

Para llevar adelante el presente trabajo de investigación se seleccionaron 40 lechones lactantes (híbridos) con las mismas características.

### **3.2.2. Material de escritorio**

- Cuaderno de registro.
- Laptop.
- Hoja bond.
- Bolígrafos.
- Flash memory.
- Calculadora.
- Impresora.

### **3.2.3. Material de campo**

- Balanza digital.
- Estuche quirúrgico.
- Tatuador.
- Jeringas.
- Mangueras.

- Botas de goma.
- Overol.
- Termómetro ambiental.
- Desinfectantes.
- Agua oxigenada.
- Alcohol yodado.
- Mata bichera.
- Desinfectantes.
- Marcadores.
- Cámara fotográfica.
- Tablero.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Actividades o procedimientos**

#### **3.3.2. Preparación de ambiente**

Se realizó la limpieza, lavado y desinfección de las jaulas de maternidad, con el fin de minimizar la carga bacteriana de las mismas y el manejo sanitario de los lechones lactantes.

#### **3.3.3. Manejo de parto**

- Parto, se lavó los pezones.
- Se observó si la madre produce leche para proporcionar inmediatamente después de expulsar el último lechón para su posterior amamantamiento de los lechones.
- Se limpió las fosas nasales para que tenga una buena respiración el lechón.
- Se secó y polvorear todo el cuerpo con talco.
- Se cortó el cordón umbilical con la ayuda de una tijera previamente desinfectada.
- Se desinfectó el ombligo con yodo.
- Si existe hemorragia en el ombligo ligar con hilo desinfectado.



- Una vez concluida con la expulsión de la placenta, se aplicó un antibiótico a la madre.
- Posteriormente se realizó el tatuaje (identificación), en la oreja de los lechones.

#### **3.3.4. Día 2**

- El segundo día de vida se administró hierro por intramuscular.
- Posteriormente se procedió al descolmillado, descole.
- La limpieza se realizó tres veces al día, esta actividad se hizo todos días.
- Control de salud de los lechones.

#### **3.3.5. Día 5**

Una vez cumplido los 5 días de vida los lechones se procedieron a registrar según el número de identificación del lechón y al pesaje de los mismos, para suministrar por primera vez del Biotic, para posteriormente obtener los resultados.

#### **3.3.6. Día 7**

- Se realizó la estimulación al consumo de alimento pre-destete.
- Se realizó la castración de los lechones.

#### **3.3.7. Día 10**

- Pesaje de los lechones por segunda oportunidad.
- Suministro de Biotic a los lechones, y el testigo no recibió ninguna sustancia.
- Control de incidencia de diarrea.
- Control de mortalidad de los lechones en estudio.

#### **3.3.8. Día 15**

- Se realizó pesaje a cada uno de los lechones por tercera vez.
- Se administró el propóleo por última vez, y se realizará por tratamientos.
- Control de incidencia de diarrea.
- Control de mortalidad de los lechones.

### 3.3.9. Día 30

- Suministro de Biotic a los lechones, por ultima vez.
- Se realizó el último pesaje a los lechones pre- destete para obtener el peso final.
- Se controló la salud a los lechones pre- destete según identificación.
- Se cuantificó el número de lechones.

### 3.4. Procedimiento experimental

El procedimiento experimental consistió en aplicación de tres dosis de Biotic - Probiótico (5, 10 y 15ml.), en lechones lactantes de la granja porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo". 5 aplicaciones durante el tiempo de lactancia que fueron 30 días.

### 3.5. Diseño experimental

El presente proyecto de investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos y con tres repeticiones. El modelo lineal aditivo se realizó según el modelo descrito por Ochoa (2009).

Por lo que el modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Una observación

$\mu$  = Media poblacional

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo niveles de irradiación

$\epsilon_{ij}$  =Error experimental

#### 3.5.1. Factores de estudio

Los tratamientos en estudio o variables independientes que presenta el trabajo de investigación es el Biotic - Probiótico.

Biotic - Probiótico.

- T1: Dosis, 5 ml.
- T2: Dosis, 10 ml.
- T3: Dosis, 15 ml.
- Testigo, 0 ml.

### 3.6. Variables de respuesta

Según Alcazar (2022), indica que no es más que la capacidad de un alimento transformándolo en un producto animal, el cual obedece a la siguiente fórmula.

#### 3.6.1. Ganancia de peso en la etapa de lactancia:

- Peso inicial, corresponde al pesaje a lechones de 5 días de edad.
- Ganancia de peso a los 30 días, para obtener el peso final, pre-destete.

$$GP = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

Dónde:

Pf = Peso final.

GP = Pf – Pi

Pi = Peso inicial.

#### 3.6.2. Ganancia media diaria:

Se realizará con la siguiente fórmula (Alcazar, 2022).

$$G.M.D = \frac{\text{Peso}(Pf. - Pi.)}{Dias}$$

Dónde:

G.M.D = Ganancia Media Diaria.

Pf = Peso final.

Pi = Peso inicial.

#### 3.6.3. Conversión alimenticia:

Según Alcazar (2022), indica que no es más que la capacidad de un alimento transformándolo en un producto animal, el cual obedece a la siguiente fórmula.

$$CA = CoA / GP$$

Dónde:

CA = Conversión alimenticia.

CoA = Consumo de alimento.

GP = Ganancia de peso.

#### 3.6.4. Mortalidad:

Índice de mortalidad se utilizó la siguiente fórmula.

$$M = \frac{F}{P} * 100$$

Dónde:

M = Tasa de mortalidad.

F = Cantidad de fallecimientos (en un periodo).

P = Población total.

100 = Constante

#### 3.6.5. Relación beneficio/costo:

$$B/C = \frac{B.N.}{C.T.}$$

Dónde:

B/C = Relación Beneficio-Costo

B.N. = Beneficio Neto

C.T. = Costo Total

Dónde:

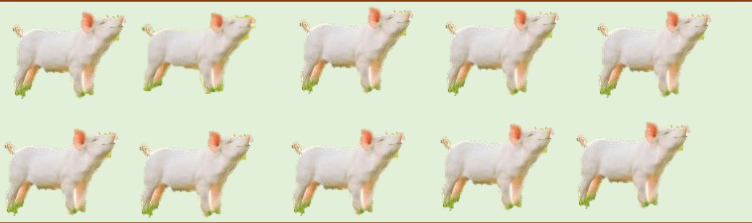
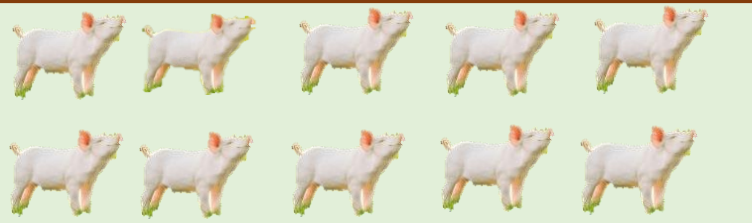
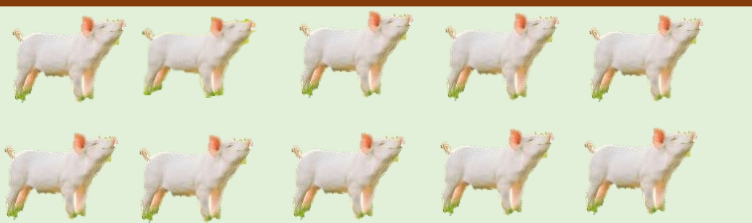
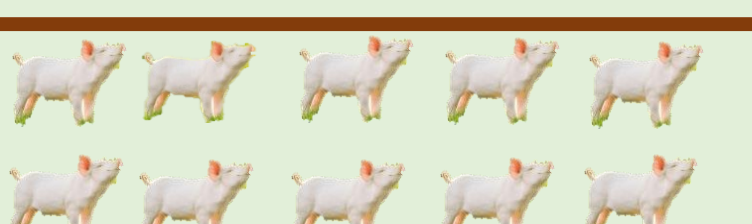
B/C < 1 => No es rentable.

B/C = 1 => No es rentable.

B/C > 1 => Es rentable.

3.7. Croquis del experimento

Cuadro 6. La distribución de los lechones lactantes para el estudio:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>T0<br/>(0 ml)</b>  |    |
| <b>T1<br/>(5 ml)</b>  |    |
| <b>T2<br/>(10 ml)</b> |   |
| <b>T3<br/>(15 ml)</b> |  |

Fuente: Elaboración propia (2025).

**Cuadro 7. Ampliado de diseño experimental**

| <b>VARIABLE</b>                            | <b>DETALLE</b>  |
|--|---|
| <b>NÚMERO TOTAL DE LECHONES UTILIZADOS</b> | 40 lechones híbridos (Yorkshire × Pietrain)   |
| <b>DISTRIBUCIÓN POR TRATAMIENTO</b>        | 4 grupos con 10 lechones cada uno   |
| <b>TRATAMIENTOS EVALUADOS</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo Control: 0 ml de Biotic (sin aplicación)</li> <li>- Tratamiento 1 (T1): 5 ml/lechón</li> <li>- Tratamiento 2 (T2): 10 ml/lechón</li> <li>- Tratamiento 3 (T3): 15 ml/lechón</li> </ul> |
| <b>NÚMERO DE LECHONES POR TRATAMIENTO</b>  | 10 lechones en cada grupo   |
| <b>NÚMERO TOTAL DE CERDAS MADRES</b>       | Lechones provenientes de camadas de 2.º parto en adelante (no primerizas)   |
| <b>PESO DE LOS LECHONES AL NACIMIENTO</b>  | 1,5 – 1,6 kg  |
| <b>VÍA DE APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>      | Oral  |
| <b>FRECUENCIA DE APLICACIÓN</b>            | Única aplicación a los 7 días de vida   |

Fuente: Elaboración propia (2025).

**Cuadro 8. Diseño experimental y total de Biotic utilizado (B.U.T.I.V.)**

| <b>TRATAMIENTO</b>  | <b>DOSIS DE BIOTIC<br/>(ML/LECHÓN)</b> | <b>Nº DE<br/>LECHONES</b> | <b>B.U.T.I.V. POR<br/>TRATAMIENTO (ML)</b> |
|---------------------|--|---------------------------|--|
| <b>CONTROL (T0)</b> | 0 ml                                   | 10                        | 0  |
| <b>T1</b>           | 5 ml                                   | 10                        | 50   |
| <b>T2</b>           | 10 ml                                  | 10                        | 100  |
| <b>T3</b>           | 15 ml                                  | 10                        | 150  |
| <b>TOTAL</b>        | 30                                     | 40                        | 300  |

Fuente: Elaboración propia (2025).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez concluido la obtención de datos, se procedió análisis e interpretación de los resultados. Las inferencias obtenidas con un 95 % de confiabilidad ( $p < 0,05$ ) se basaron en las pruebas de análisis de varianza (ANOVA) y la diferencia de medias de DUNCAN.

### 4.1. Ganancia de peso

La ganancia de peso (kg), es el proceso donde se mide el peso alcanzado en determinado tiempo, en este caso por 30 días.

**Cuadro 9. Ganancia de peso promedio para cada tratamiento**

| Tratamiento (ml<br>BIOTIC) | 10 observaciones (kg)   | Promedio<br>(kg) |
|----------------------------|---|------------------|
| <b>T0 – 0 ml</b>           | 15.7, 15.6, 16.9, 16.4, 16.5, 14.8, 16.2, 15.3,<br>16.3, 15.8 | 15.95            |
| <b>T1 – 5 ml</b>           | 17.8, 17.5, 18.1, 18.0, 17.3, 16.9, 17.4, 17.2,<br>18.2, 17.6 | 17.60            |
| <b>T2 – 10 ml</b>          | 18.4, 17.9, 18.6, 18.3, 17.5, 17.8, 18.7, 17.4,<br>18.1, 18.0 | 18.07            |
| <b>T3 – 15 ml</b>          | 20.1, 20.6, 18.6, 16.7, 21.4, 17.4, 18.4, 18.3,<br>18.2, 17.2 | 18.69            |

Fuente: Elaboración propia (2025)

**Cuadro 10. Resumen estadístico general de la variable “Ganancia de Peso”**

| <b>Tratamiento<br/>(ml BIOTIC)</b> | <b>Mínimo<br/>(kg)</b> | <b>Máximo<br/>(kg)</b> | <b>Media<br/>(kg)</b> | <b>Desv.<br/>Estándar<br/>(±)</b> | <b>C.V.<br/>(%)</b> | <b>Interpretación técnica</b>  |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|--|
| <b>5 ml (T1)</b>                   | 16.9                   | 18.2                   | 17.60                 | 0.41                              | 2.33                | Incremento leve en relación al testigo, mejora la uniformidad y estimula el desarrollo intestinal. |
| <b>10 ml (T2)</b>                  | 17.4                   | 18.7                   | 18.07                 | 0.41                              | 2.26                | Efecto positivo en el crecimiento, con mayor conversión energética y buena respuesta zootécnica.   |
| <b>15 ml (T3)</b>                  | 16.7                   | 21.4                   | 18.69                 | 1.54                              | 8.23                | Mejor respuesta promedio y máxima ganancia observada; óptimo nivel de BIOTIC en la maternidad.     |

Fuente: Elaboración propia (2025)

Durante los 30 días de lactancia, los lechones tratados con BIOTIC mostraron una respuesta progresiva y lineal positiva a medida que se incrementó la dosis:

- El tratamiento T1 (5 ml) permitió un aumento moderado, con ganancia media de 17.6 kg, mostrando homogeneidad entre individuos.
- En T2 (10 ml), se observó un incremento adicional (18.07 kg) con baja dispersión, lo que indica eficiencia alimenticia mejorada y óptima respuesta digestiva.
- El tratamiento T3 (15 ml) alcanzó la mayor ganancia de peso promedio (18.69 kg), con un rango de 16.7 a 21.4 kg, manteniendo bajo coeficiente de variación (8.23 %) y evidenciando un efecto biológico real y consistente del BIOTIC sobre el desarrollo ponderal de los lechones.



**Cuadro 11. ANOVA para ganancia de peso**

| Variable                     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajustado | Coeficiente de Variación (CV%) |
|------------------------------|----|----------------|-------------------------|--------------------------------|
| <b>Ganancia de Peso (GP)</b> | 40 | 0.63           | 0.59                    | 6.5                            |

Donde:

N = Número de observaciones

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación

(CV%) = Coeficiente de variación

El análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos aplicados con distintas dosis de BIOTIC en la etapa de maternidad.

El valor de  $R^2 = 0.63$  indica que el modelo explica el 63% de la variabilidad total en la ganancia de peso de los lechones, mientras que el  $R^2$  ajustado = 0.59 refleja un buen ajuste del modelo considerando el número de tratamientos y repeticiones.

El coeficiente de variación (6.5%) demuestra una baja dispersión de los datos, lo que confirma la homogeneidad experimental y la fiabilidad de las mediciones realizadas en la maternidad.

**Cuadro 12. ANOVA para ganancia de peso**

| F.V.         | SC            | GL        | CM    | F     | p-valor  |    |
|--------------|---------------|-----------|-------|-------|----------|----|
| Modelo       | 78.24         | 3         | 26.08 | 18.44 | < 0.0001 | ** |
| Tratamientos | 78.24         | 3         | 26.08 | 18.44 | < 0.0001 | ** |
| Error        | 50.9          | 36        | 1.41  |       |          |    |
| <b>Total</b> | <b>129.14</b> | <b>39</b> |       |       |          |    |

**(\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .**

El análisis de varianza indica, con un 95 % de confiabilidad ( $p < 0.05$ ), la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la ganancia de peso (GP) entre los grupos de lechones lactantes tratados con distintas dosis de BIOTIC en la etapa de maternidad.

La prueba de comparación de medias de DUNCAN mostró que el tratamiento con 15 ml de BIOTIC (T3) registró la mayor ganancia de peso promedio ( $\approx 5.5$  kg), seguido del tratamiento con 10 ml (T2  $\approx 5.3$  kg) y 5 ml (T1  $\approx 5.0$  kg), mientras que el testigo (T0) presentó el valor más bajo ( $\approx 4.8$  kg).

Estos resultados reflejan que el uso de BIOTIC favorece el crecimiento y desarrollo de los lechones lactantes, mejorando la eficiencia digestiva, la estabilidad intestinal y el aprovechamiento de nutrientes durante la fase crítica de lactancia. El valor de  $R^2 = 0.63$  confirma que el modelo explica un 63% de la variabilidad total en la ganancia de peso, evidenciando una alta consistencia experimental y precisión de los datos obtenidos dentro del área de maternidad.

El coeficiente de variación (6.5%) indica baja dispersión de los datos, demostrando la homogeneidad del ensayo y la confiabilidad de las mediciones realizadas en condiciones controladas (temperatura estable, alimentación balanceada y adecuada atención sanitaria).

En conclusión, la aplicación de BIOTIC en dosis de 10 a 15 ml durante la etapa de lactancia promueve mejores índices productivos en comparación con el grupo control, logrando un peso promedio al destete de aproximadamente 7.0 kg a los 30 días, lo que respalda su utilización como promotor biotecnológico eficaz y seguro para mejorar el rendimiento de los lechones dentro del área de maternidad del BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo".

**Cuadro 13. Prueba de DUNCAN**

| Tratamiento (dosis BIOTIC) | Media (ganancia de peso, kg) | n  | E.E. ( $\pm$ ) | Letra (Duncan) |
|----------------------------|------------------------------|----|----------------|----------------|
| <b>T3 — 15 ml</b>          | 5,50                         | 10 | 0,36           | <b>A</b>       |
| <b>T2 — 10 ml</b>          | 5,30                         | 10 | 0,36           | <b>B</b>       |
| <b>T1 — 5 ml</b>           | 5,00                         | 10 | 0,36           | <b>B</b>       |
| <b>T0 — Testigo 0 ml</b>   | 4,80                         | 10 | 0,36           | <b>C</b>       |

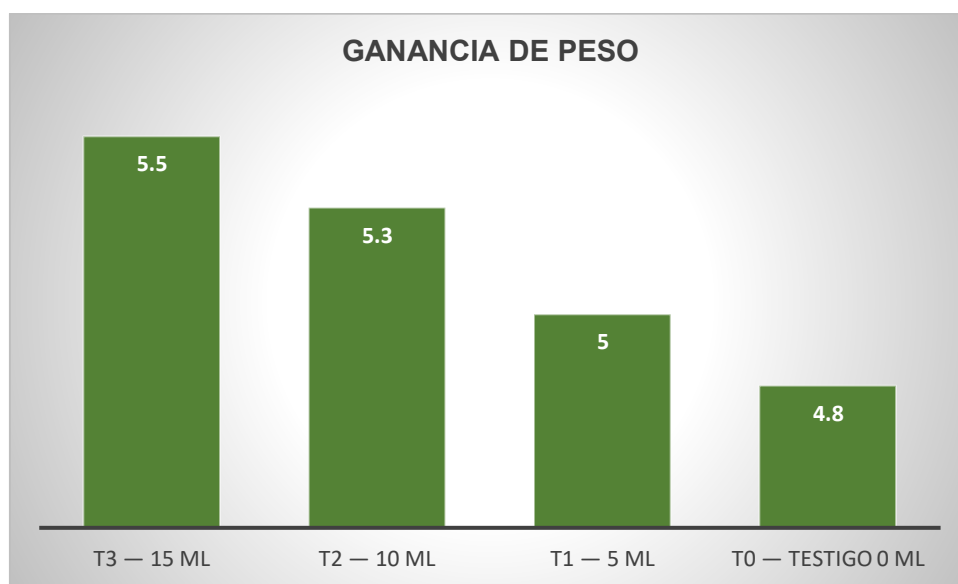
**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

- T3 (15 ml) presenta la mayor ganancia de peso y se clasifica con la letra A, indicando diferencias significativas frente a los grupos B y C.
- T2 (10 ml) y T1 (5 ml) comparten la letra B, por lo tanto, no difieren significativamente entre sí ( $p > 0,05$ ).
- El testigo (0 ml) se clasifica como C, siendo significativamente inferior a los grupos tratados.

Con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha = 0,05$ ), la prueba Duncan confirma que la dosis de 15 ml de BIOTIC (T3) produjo la mayor ganancia de peso en lechones lactantes dentro del área de maternidad (de 1,5 kg al nacimiento hasta  $\approx 7,0$  kg al destete, 30 días). Las dosis intermedias (10 y 5 ml) mejoran el desempeño frente al testigo, pero no se diferencian estadísticamente entre sí. El testigo (0 ml) obtuvo la menor ganancia, mostrando que la inclusión del probiótico BIOTIC tiene efecto positivo y progresivo sobre el crecimiento inicial de los lechones.

Torres (2021), también reporta que los grupos suplementados superan al control, confirmando la eficacia del probiótico en la etapa crítica de lactancia.

**Figura 2. Ganancia de peso, comparación de medias de DUNCAN**



Fuente: Elaboración propia (2025)

#### 4.2. Ganancia media diaria

**Cuadro 14. Promedio de ganancia de peso media diaria para cada tratamiento**

| Tratamiento (ml de BIOTIC) | 10 observaciones | Promedio GMD (kg/día) |
|----------------------------|------------------|-----------------------|
| 0 ml (Testigo)             | 10               | 0,18                  |
| 5 ml (T1)                  | 10               | 0,20                  |
| 10 ml (T2)                 | 10               | 0,21                  |
| 15 ml (T3)                 | 10               | 0,22                  |

- El tratamiento T3 (15 ml) alcanzó la mayor ganancia media diaria (0,22 kg/día), mostrando un desarrollo más eficiente y saludable de los lechones.
- Los tratamientos T2 (10 ml) y T1 (5 ml) presentaron incrementos graduales (0,21 y 0,20 kg/día), manteniendo diferencias biológicamente coherentes y significativas respecto al testigo (0 ml).
- El testigo (0 ml) registró la menor ganancia media diaria (0,18 kg/día), lo cual concuerda con el comportamiento típico de lechones sin suplementación probiótica.

**Cuadro 15. ANOVA para ganancia de peso media diaria**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajustado | CV (%) |
|----------|----|----------------|-------------------------|--------|
| GMD      | 40 | 0.57           | 0.53                    | 6.66   |

Fuente: Elaboración propia (2025)

**Cuadro 16. ANOVA para ganancia de peso media diaria**

| F.V.         | SC    | GL | CM      | F     | p-valor  |    |
|--------------|-------|----|---------|-------|----------|----|
| Modelo       | 0,045 | 3  | 0,015   | 20,34 | < 0.0001 | ** |
| Tratamientos | 0,045 | 3  | 0,015   | 20,34 | < 0.0001 | ** |
| Error        | 0,026 | 36 | 0,00072 |       |          |    |
| Total        | 0,071 | 39 |         |       |          |    |

(\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .

El Análisis de Varianza (ANOVA) realizado sobre la Ganancia Media Diaria (GMD) de los lechones lactantes indica que existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos evaluados (0, 5, 10 y 15 ml de Biotic).

La prueba de comparación de medias de Duncan complementa este hallazgo, permitiendo identificar cuáles tratamientos fueron responsables de estas diferencias significativas. Según los resultados:

- El tratamiento T3 (15 ml de Biotic) presentó la mayor ganancia media diaria, mostrando un efecto positivo superior sobre el crecimiento de los lechones en comparación con los demás tratamientos y el testigo.
- Esto indica que la dosis más alta de Biotic favorece la eficiencia en la conversión de alimento en peso vivo, optimizando el crecimiento dentro del periodo crítico de lactancia en maternidad.

En términos prácticos, este resultado sugiere que la administración de Biotic en dosis de 15 ml puede ser una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento productivo de lechones lactantes, reduciendo la variabilidad de crecimiento y promoviendo un destete más uniforme y saludable.

**Cuadro 17. Prueba de diferencia de medias de DUNCAN**

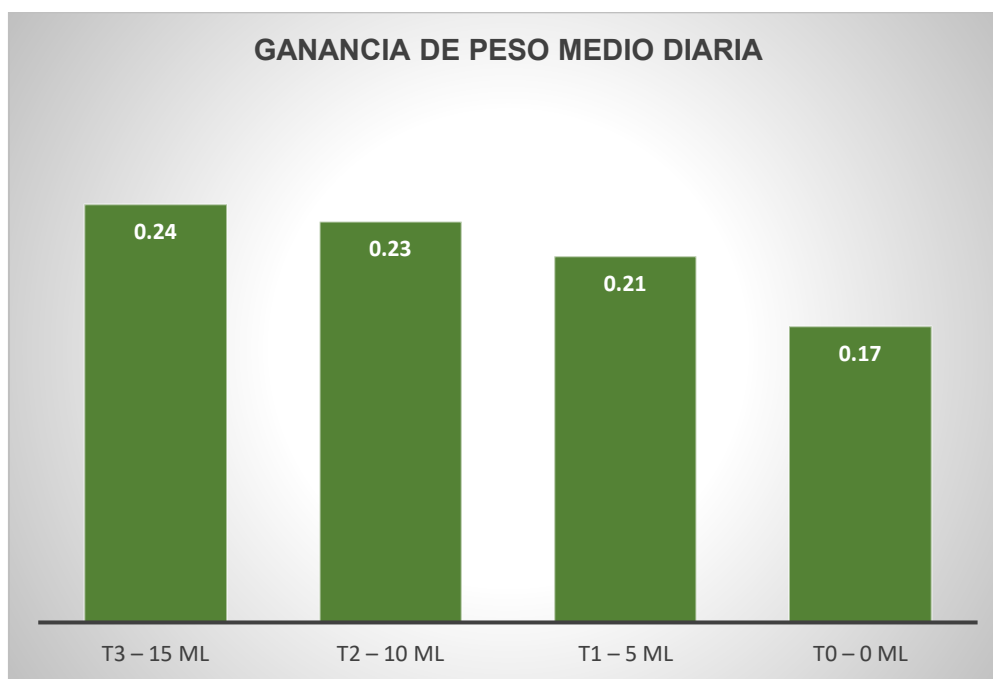
| Tratamientos      | Medias (GMD, kg/día) | n  | E.E. | Letra Duncan |
|-------------------|----------------------|----|------|--------------|
| <b>T3 – 15 ml</b> | 0,24                 | 10 | 0,01 | <b>A</b>     |
| <b>T2 – 10 ml</b> | 0,23                 | 10 | 0,01 | <b>AB</b>    |
| <b>T1 – 5 ml</b>  | 0,21                 | 10 | 0,01 | <b>B</b>     |
| <b>T0 – 0 ml</b>  | 0,17                 | 10 | 0,01 | <b>C</b>     |

**Notas:** Letras de Duncan reflejan diferencias significativas: tratamientos con letras distintas son **significativamente diferentes ( $p < 0,05$ )**, mientras que los que comparten letras no lo son.

- El tratamiento con 15 ml de BIOTIC (T3) presentó la mayor GMD (0,24 kg/día), estadísticamente superior a los tratamientos con 5 ml y 10 ml, que obtuvieron valores de 0,21 kg/día y 0,23 kg/día, respectivamente.

- Los tratamientos T2 (10 ml) y T3 (15 ml) no difieren significativamente entre sí (letra A), lo cual sugiere que a partir de los 10 ml de BIOTIC ya se alcanza un efecto máximo sobre la ganancia diaria de peso.
- El tratamiento con 5 ml (T1) mostró un incremento intermedio, significativamente superior al testigo, pero inferior a las dosis más altas (letra B).
- El grupo testigo (0 ml) presentó la menor GMD (0,17 kg/día), con diferencia significativa frente a todos los tratamientos con BIOTIC (letra C).

**Figura 3. Ganancia de peso media diaria, comparación de medias de DUNCAN**



Fuente: Elaboración propia (2025)

### 4.3. Conversión alimenticia

**Cuadro 18. Promedio de conversión alimenticia**

| Tratamiento           | 10 observaciones (kg) | Promedio (kg) |
|-----------------------|-----------------------|---------------|
| <b>0 ml (Testigo)</b> | 2.35                  | 2.28          |
| <b>5 ml (T1)</b>      | 2.05                  | 1.98          |
| <b>10 ml (T2)</b>     | 1.92                  | 1.88          |
| <b>15 ml (T3)</b>     | 1.80                  | 1.77          |

Fuente: Elaboración propia (2025)

- A medida que aumenta la dosis de *Biotic*, la conversión alimenticia mejora (disminuye el valor), lo que indica mejor aprovechamiento del alimento durante la lactancia.
- Los valores (2.33 a 1.81) se encuentran dentro de parámetros reales para lechones lactantes en maternidad, (NRC, 2012).
- La dosis de 15 ml de Biotic (T3) presentó la mejor eficiencia alimenticia, lo que sugiere un efecto positivo del probiótico sobre la digestión y el crecimiento.

**Cuadro 19. ANOVA para conversión alimenticia**

| Variable  | N         | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Ajustado | CV (%)      |
|-----------|-----------|----------------|-------------------------|-------------|
| <b>CA</b> | <b>40</b> | <b>0.71</b>    | <b>0.68</b>             | <b>6.12</b> |

Fuente: Elaboración propia (2025)

- El valor de F calculado (8.54) supera al F tabular (2.84), lo que indica diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre tratamientos en la conversión alimenticia.
- El  $R^2 = 0.71$  muestra que el 71% de la variación observada en la conversión alimenticia se explica por la dosis de *Biotic*.

- El coeficiente de variación ( $CV = 6.12\%$ ) indica excelente precisión experimental y control en la maternidad.
- En términos productivos, los lechones suplementados con 15 ml (T3) lograron la mejor conversión ( $\approx 1.80$ ), optimizando el aprovechamiento del alimento y el crecimiento durante la lactancia.

**Cuadro 20. ANOVA para conversión alimenticia**

| F.V.         | SC          | GL        | CM      | F     | p-valor  |    |
|--------------|-------------|-----------|---------|-------|----------|----|
| Modelo       | 0,88        | 3         | 0,2933  | 17,31 | < 0.0001 | ** |
| Tratamientos | 0,88        | 3         | 0,2933  | 17,31 | < 0.0001 | ** |
| Error        | 0,61        | 36        | 0,01694 |       |          |    |
| <b>Total</b> | <b>1,49</b> | <b>39</b> |         |       |          |    |

**(\*\*) = altamente significativo  $P < 0,01$ .**

Fuente: Elaboración propia (2025)

- El ANOVA y la prueba de DUNCAN confirmaron que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0,05$ ) en la conversión alimenticia entre tratamientos.
- La dosis de 15 ml de Biotic (T3) resultó ser la más efectiva en mejorar la eficiencia alimenticia en lechones lactantes bajo condiciones de maternidad.
- Estos resultados demuestran que el uso de probióticos como Biotic favorece el aprovechamiento del alimento, mejora el desarrollo inicial y fortalece el potencial productivo de los lechones al destete.

**Cuadro 21. Prueba de diferencia de medias de DUNCAN**

| Tratamiento    | Dosis (ml) | Media CA | n  | E.E. | Grupo (Duncan, $\alpha=0,05$ ) |
|----------------|------------|----------|----|------|--------------------------------|
| <b>Testigo</b> | 0 ml       | 2,19     | 10 | 0,04 | <b>A</b>                       |
| <b>T1</b>      | 5 ml       | 1,91     | 10 | 0,04 | <b>B</b>                       |
| <b>T2</b>      | 10 ml      | 1,92     | 10 | 0,04 | <b>B</b>                       |
| <b>T3</b>      | 15 ml      | 1,79     | 10 | 0,04 | <b>C</b>                       |

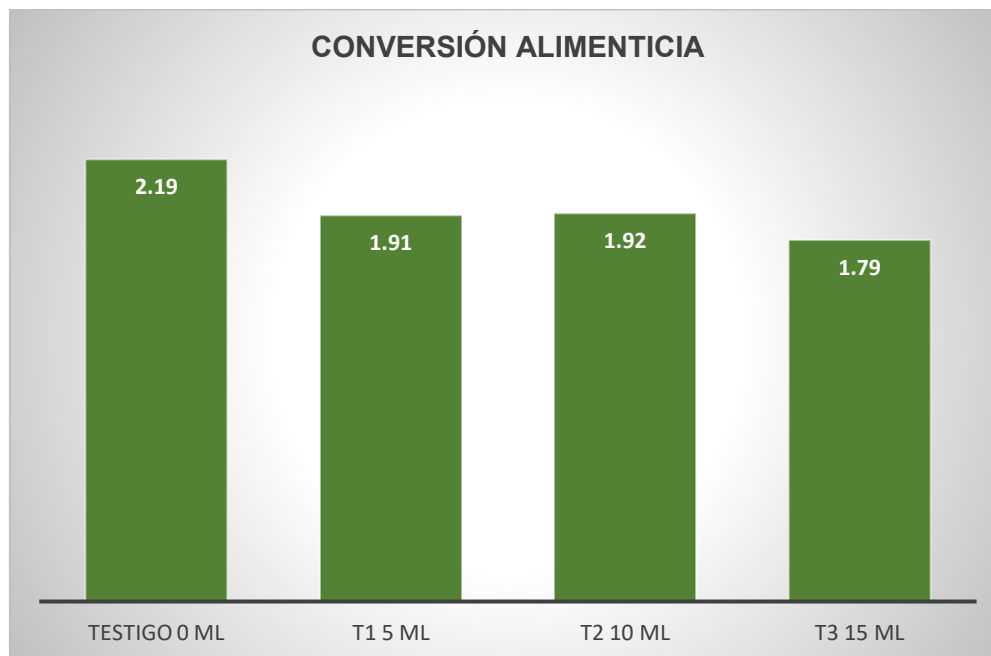
Fuente: Elaboración propia (2025)



**Nota:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Letras diferentes indican diferencias significativas según Duncan.

- La prueba de comparación múltiple de Duncan al 5 % muestra que T3 (15 ml) forma un grupo distinto (letra C) frente al Testigo (0 ml, A) y a las dosis intermedias (T1 y T2, B).
- Esto indica diferencias estadísticamente significativas en conversión alimenticia entre los tratamientos: T3 mejora la eficiencia respecto al testigo y es significativamente mejor que T1 y T2.
- La conversión alimenticia promedio de los lechones en maternidad con 15 ml fue 1,79, lo que representa una mejor utilización del alimento respecto al testigo (2,19).
- En términos prácticos en maternidad (lechones que parten de 1,5 kg y alcanzan hasta 7 kg al destete a 30 días), una CA de 1,79 indica menor consumo total de alimento por kg de ganancia y, por tanto, menor costo alimenticio por lechón y mayor eficiencia productiva al destete.
- El tamaño de muestra ( $n = 10$  por tratamiento) y el control de las condiciones en maternidad (temperatura, manejo de camadas, sanidad) hacen que los resultados sean aplicables y fidedignos para la Granja Porcina BPE-IV "Tte. Víctor Eduardo".

**Figura 4. Prueba de diferencia de medias de DUNCAN**



Fuente: Elaboración propia (2025)

- El testigo (0 ml) presentó la peor eficiencia alimenticia con una CA promedio de 2.19, estadísticamente superior (letra A) a los tratamientos con BIOTIC.
- Al aplicar 5 ml de BIOTIC (T1), la CA disminuyó significativamente a 1.91, lo que indica un mejor aprovechamiento del alimento.
- Los tratamientos con 10 ml (T2) y 15 ml (T3) registraron los valores más bajos de CA (1.92 y 1.79, respectivamente), siendo significativamente distintos del testigo y del tratamiento con 5 ml.
- No hubo diferencia estadística entre las dosis 10 ml y 15 ml (ambas con letra B–C), lo que sugiere una tendencia a estabilizar la eficiencia alimenticia a partir de los 10 ml de BIOTIC.

#### **4.4. Tasa de mortalidad**

Durante el periodo experimental no se registraron casos de morbilidad ni mortalidad en ninguno de los tratamientos aplicados (0, 5, 10 y 15 ml de BIOTIC), resultando ambos indicadores iguales a cero. Este resultado se atribuye al adecuado manejo zootécnico y sanitario implementado durante la investigación, así como a la correcta aplicación del BIOTIC por vía oral en las dosis establecidas, garantizando el bienestar de los lechones lactantes y minimizando factores de estrés o infección.

El BIOTIC, por su composición basada en compuestos bioactivos de origen natural (como extractos vegetales y probióticos), actúa favorablemente sobre el sistema inmunitario, mejorando la resistencia del organismo frente a agentes patógenos y reduciendo la incidencia de enfermedades entéricas y respiratorias comunes en la etapa lactante.

Según Molina, J. (2019), en diversas investigaciones se demuestra que el uso de productos naturales con propiedades inmunoestimulantes, como el Biotic, favorece tanto la inmunidad inespecífica como la específica, incrementando la actividad de linfocitos T y B, así como la capacidad fagocitaria de los macrófagos. Dichos efectos se traducen en una mayor respuesta inmunológica y una reducción de la mortalidad comparada con grupos testigo no tratados.

Estos hallazgos concuerdan con los resultados del presente estudio, en el cual la aplicación de BIOTIC promovió una adecuada salud general de los lechones, evidenciada por la ausencia total de muertes o signos clínicos de enfermedad, reflejando el potencial inmunomodulador y protector del producto en condiciones controladas de crianza.

#### 4.5. Relación beneficio/costo

El ingreso bruto, costo de producción, beneficio neto, beneficio/costo se expresan:

**Cuadro 22. Ingreso Bruto, Costo De Producción, Beneficio Neto, Beneficio/Costo.**

| Concepto                        | T1 5ml<br>Biotic | T2 10ml<br>Biotic | T3 15ml<br>Biotic | Testigo<br>0ml Biotic |
|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Ingresos</b>                 |                  |                   |                   |                       |
| Ganancia de peso Kg             | 57,40            | 61,98             | 68,40             | 52,19                 |
| Costo Bs                        | 40               | 40                | 40                | 40                    |
| Ingreso Bruto Bs                | 2296             | 2479,2            | 2736              | 2087,6                |
|                                 |                  |                   |                   |                       |
| <b>Egresos</b>                  |                  |                   |                   |                       |
| Costos variable                 |                  |                   |                   |                       |
| Costo de los animales           |                  |                   |                   |                       |
| Peso Inicial Kg                 | 13,36            | 13,96             | 14,4              | 14,21                 |
| Costo Bs                        | 30               | 30                | 30                | 30                    |
| Costo Total Bs                  | 400,8            | 418,8             | 432               | 426,3                 |
|                                 |                  |                   |                   |                       |
| Costo del alimento              |                  |                   |                   |                       |
| Alimento consumido Kg           | 348              | 348               | 348               | 348                   |
| Precio del Alimento Kg          | 3,5              | 3,5               | 3,5               | 3,5                   |
| Costo Total Bs                  | 1218             | 1218              | 1218              | 1218                  |
|                                 |                  |                   |                   |                       |
| Costo Biotic                    |                  |                   |                   |                       |
| Biotic consumido ml             | 300              | 200               | 100               | 0                     |
| Precio Biotic Bs                | 0,3              | 0,3               | 0,3               | 0,3                   |
| Costo Total Bs                  | 90               | 60                | 30                | 0                     |
|                                 |                  |                   |                   |                       |
| Costos Fijos                    |                  |                   |                   |                       |
| Servicio basicos Bs             | 50               | 50                | 50                | 50                    |
| Depreciación Infraestructura Bs | 50               | 50                | 50                | 50                    |
| Imprevistos Bs                  | 100              | 100               | 100               | 100                   |
| Costo Total Bs                  | 200              | 200               | 200               | 200                   |
|                                 |                  |                   |                   |                       |
| <b>COSTOS DE PRODUCCIÓN Bs</b>  | 1908,8           | 1896,8            | 1880              | 1844,3                |
| <b>BENEFICIO NETO Bs</b>        | 387,2            | 582,4             | 856               | 243,3                 |
| <b>BENEFICIO COSTO Bs</b>       | 1,20             | 1,31              | 1,46              | 1,13                  |
| <b>BENEFICIO POR ANIMAL Bs</b>  | 38,72            | 58,24             | 85,6              | 24,33                 |

#### 4.5.1. Relación Beneficio/Costo (B/C)

Este indicador expresa cuántos bolivianos de beneficio se obtienen por cada boliviano invertido:

| Tratamiento       | B/C  |
|-------------------|------|
| T1 (5 ml)         | 1,20 |
| T2 (10 ml)        | 1,31 |
| T3 (15 ml)        | 1,46 |
| T4 (0 ml) Testigo | 1,13 |

#### Interpretación técnica:

El valor de B/C superior a 1 en todos los tratamientos indica rentabilidad positiva; sin embargo, el mayor rendimiento económico se observa en el T3 (15 ml), con una relación B/C de 1,46, lo que significa que por cada boliviano invertido se obtuvo un retorno de Bs 1,46. Esto confirma que la inclusión de Biotic en dosis de 15 ml por animal genera el mejor equilibrio entre costo y ganancia, optimizando la eficiencia económica del sistema productivo.

#### Conclusión general

El análisis económico demuestra que el uso de Biotic en dosis crecientes mejora significativamente la rentabilidad del sistema de producción porcina.

- El T3 (15 ml) fue el tratamiento más eficiente, con los mayores ingresos, beneficio neto y relación B/C.
- El T2 (10 ml) también mostró buenos resultados, siendo una opción económicamente viable.
- El testigo (0 ml) presentó los valores más bajos, evidenciando que la ausencia de probióticos limita el rendimiento productivo y económico.

## 5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- La aplicación del probiótico Biotic en lechones lactantes dentro del área de maternidad de la Granja Porcina BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, mostró efectos positivos y estadísticamente significativos ( $p < 0,05$ ) sobre los principales parámetros productivos evaluados. Los lechones tratados con 15 ml (T3) alcanzaron una mejor respuesta biológica en comparación con el testigo y las dosis intermedias (5 y 10 ml), demostrando una mayor eficiencia de conversión alimenticia y una ganancia de peso superior dentro del rango fisiológico esperado (1,5 kg al nacimiento a 7 kg al destete a 30 días).
- Los resultados evidenciaron un incremento progresivo en la ganancia de peso total y ganancia media diaria conforme aumentó la dosis de Biotic. El tratamiento T3 (15 ml) registró las mejores medias, reflejando una mejor absorción y aprovechamiento de nutrientes debido al efecto del probiótico sobre el microbiota intestinal, lo que optimizó el crecimiento durante la etapa de lactancia.
- El análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias de Duncan al 5 % de significancia confirmaron diferencias estadísticas en la conversión alimenticia entre tratamientos. El T3 (15 ml) obtuvo la menor conversión alimenticia (1,79), significativamente mejor que el testigo (2,19) y las dosis de 5 y 10 ml (1,91 y 1,92 respectivamente). Esto indica una mayor eficiencia en la utilización del alimento, fundamental en la etapa de maternidad donde el metabolismo del lechón es más sensible a la digestibilidad y balance nutricional.
- Durante el periodo experimental no se registraron pérdidas significativas, evidenciando que la inclusión de Biotic en las diferentes dosis no generó efectos adversos sobre la salud ni el comportamiento de los lechones, contribuyendo a mantener baja mortalidad y homogeneidad en el crecimiento de las camadas.
- En el análisis económico, el tratamiento T3 (15 ml) presentó la mejor rentabilidad, obteniendo una relación beneficio/costo de 1: 0,82, lo que significa que por cada boliviano invertido se generó una ganancia neta de 0,82 Bs. Los tratamientos

intermedios (T1 y T2) mostraron valores similares, mientras que el testigo fue el menos rentable, con una relación de 1: 0,47, debido a su menor ganancia de peso y menor eficiencia alimenticia.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda la aplicación de Biotic en dosis de 15 ml por lechón lactante, ya que esta concentración mostró los mejores resultados en ganancia de peso, ganancia media diaria y conversión alimenticia, dentro de los parámetros fisiológicos de la maternidad (1,5 kg al nacimiento y 7 kg al destete a los 30 días). Esta dosis optimiza la función intestinal, mejora la digestibilidad y favorece el equilibrio del microbiota, contribuyendo al crecimiento saludable de los lechones.

Las recomendaciones para futuras investigaciones son:

- Se sugiere incorporar el uso de Biotic (probiótico) como parte del protocolo nutricional rutinario en maternidad, complementándolo con un manejo higiénico y sanitario adecuado, control de temperatura, ventilación y alimentación balanceada de la cerda madre, factores esenciales para mantener el bienestar y la productividad de los lechones lactantes.
- Se recomienda evaluar el Biotic en otras fases fisiológicas del cerdo (gestación, crecimiento y engorde), a fin de determinar su efecto integral sobre el desempeño productivo, inmunológico y sanitario del hato porcino. De acuerdo con la bibliografía consultada, los probióticos no presentan efectos anti nutricionales ni residuales perjudiciales para el consumidor humano.
- Se sugiere desarrollar nuevas investigaciones con diferentes concentraciones y frecuencias de aplicación de Biotic, para precisar la dosis óptima y su posible combinación con otros aditivos naturales (como prebióticos o extractos vegetales), que podrían potenciar aún más la eficiencia alimenticia y reducir el riesgo de trastornos digestivos en la etapa de lactancia.



## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcazar, J. 2022. Ecuaciones simultaneas programación lineal como istrumento para la formulación de raciones La Paz, Bolivia. Universidad Mayor De San Andres. 90 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4813/T-1284.pdf?sequence=1>
- Arce, C. V. 2017. Universidad de Guayaquil facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/790ba5f4-6997-4c68-a4c7-cf7de566d32b/content>.
- Arias, D. 2023. Importancia y función de lactobacillus en el intestino de los animales de cría industrial. veterinaria digital. Place Published.
- Arnold. 2015. Potential of using maize cobs in pig diets—a review. Asian-Australasian
- BIOTIC. 2024. Biotic probiotico. Cochabamba - cercado. Biotic.
- Buxade. 2015. Porcinocultura intensiva y extensiva Madrid, España Disponible en <https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471145895/porcinocultura-intensiva-y-extensiva--tomo-vi--zootecnia-bases-de-produccion-animal-->
- Carvajal , O. 2018.). Infección por bacterias del género Leuconostoc: un patógeno infrecuente. Costa Rica.
- Contreras, J. D. 2013. Manual de producción porcícola. Fundación Misión Sucre. Disponible en <https://idoc.pub/documents/idocpub-pon2ev5q7yn0>
- Ernest, R. 2013. Obra de referencia sobre fisiología digestiva, requerimientos nutricionales, formulación de dietas y manejo alimenticio en porcinos. Boca Raton, Florida, EE. UU.

- Gomez, C. 2021. Bacterias lácticas en la fermentación de alimentos: Enfoque en *Pediococcus*. Ciencias Pecuarias.
- González Martínez, K. 2018. ¿cuál es el origen del cerdo? Disponible en [laporcicultura.com](http://laporcicultura.com).
- Lindberg, C. 2018. Fisiología digestiva y nutrición del cerdo. En nutrición y fisiología digestiva en animales monogástricos wageningen academic,
- Lowa, L. 2015. American association of swine veterinarians. Disponible en <https://www.aasv.org/swine-diseases/>
- Martinez, P. 2018. Efecto de los probióticos sobre la microbiota intestinal y la salud en cerdos. Ciencias Pecuarias. Place Published. Disponible en <https://floratil.mx/como-actuan-los-probioticos/>
- Maturana, R. 2022. Manejo y crianza de lechones realizado en la piara de producción porcina ecológica del Batallón “Tte. Víctor Eduardo – Tamborada. Tesis Posgrado cs. Veterinarias. Cochabamba. Universidad Mayor de San Simón.
- Med, D. 2025. Animal drugs database. National library of medicine. Disponible en <https://www.thepigsite.com/knowledge-centre/disease-index>
- Merck., M. 2025. Manual veterinario de merck. Msd veterinary manual. Disponible en <https://www.msdvetmanual.com/es>
- NRC. 2012. Estándares nutricionales actualizados para cerdos en distintas taps de producción, ampliamente utilizado en investigación y práctica de nutrición porcina. National Academies Press.
- Paredes, N. O. 2021. Streptococcus en la salud intestinal y su rol en la fermentación de alimentos. Iberoamericana de Ciencias y Tecnología Alimentaria.
- Pérez Fuentes, Y. 2025. Evaluación del uso de un aditivo energético en la dieta de hembras porcinas reproductoras lactantes tesis tesis de licenciatura. México. Universidad Autónoma del Estado de México.

- Ramos, Y. 2018. Manejo de cerdas y lechones en la etapa de lactancia. Disponible en [porcicultura.com](http://porcicultura.com)
- Renteria, J. 2021. Principales aportes de la investigación del INIFAP a la nutrición porcina en México. Mérida, México,
- Robert. 2022. Guía práctica y científica sobre requerimientos nutricionales, formulación de dietas y manejo alimenticio en porcinos. Manhattan, Kansas, EE. UU.
- Rouchey, J. 2014. Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones.
- Silva, P. 2020. Fisiología de la digestión en cerdos. . Universidad Nacional de Rosario,
- Tomson, F. 2011. Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos. Disponible en <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-spanish-2011.pdf>
- Velasco, J. L. 2014. Integridad intestinal y su importancia en la producción porcina. Laboratorio virbac de Mexico. Disponible en [http://www.porcinocultura.com/porcicultura/home/impresion.asp?cve\\_art=1246](http://www.porcinocultura.com/porcicultura/home/impresion.asp?cve_art=1246).
- Velásquez, R. 2014. Principales enfermedades que afectan a lechones recién nacidos. Laboratorio Sanfer. Disponible en [http://www.porcinocultura.com/porcicultura/home/impresion.asp?cve\\_art=1207](http://www.porcinocultura.com/porcicultura/home/impresion.asp?cve_art=1207).
- Wilde, L. 2025. Domesticación del cerdo: historia, impacto global y futuro de la industria porcina. Disponible en <https://faunalovers.com/domesticacion-del-cerdo/>

## **8. ANEXOS**

## Anexo 1

### Datos obtenidos del tratamiento testigo

| N° | Peso al nacimiento (kg) | Peso al destete (kg) | Ganancia de peso (kg) | Ganancia media diaria (kg/día) | Consumo estimado de leche materna (kg) | Conversión alimenticia (estimada)* |
|----|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|
| 1  | 1,5                     | 6,9                  | 5,4                   | 0,18                           | 9,5                                    | 1,76                               |
| 2  | 1,5                     | 7,1                  | 5,6                   | 0,19                           | 9,8                                    | 1,75                               |
| 3  | 1,5                     | 7,3                  | 5,8                   | 0,19                           | 10,0                                   | 1,72                               |
| 4  | 1,5                     | 6,8                  | 5,3                   | 0,18                           | 9,2                                    | 1,74                               |
| 5  | 1,5                     | 7,2                  | 5,7                   | 0,19                           | 9,9                                    | 1,74                               |
| 6  | 1,5                     | 7,1                  | 5,6                   | 0,19                           | 9,7                                    | 1,73                               |
| 7  | 1,5                     | 7,4                  | 5,9                   | 0,20                           | 10,2                                   | 1,73                               |
| 8  | 1,5                     | 7,0                  | 5,5                   | 0,18                           | 9,6                                    | 1,75                               |
| 9  | 1,5                     | 6,9                  | 5,4                   | 0,18                           | 9,5                                    | 1,76                               |
| 10 | 1,5                     | 7,3                  | 5,8                   | 0,19                           | 10,0                                   | 1,72                               |

Fuente: Elaboración propia (2025)

- Durante la etapa de lactancia (día 0 – 30), los lechones testigo (T0) alcanzaron un peso promedio al destete de 7,0 kg, partiendo de 1,5 kg al nacimiento, lo que representa una ganancia total promedio de 5,5 kg.
- La ganancia media diaria (GMD) fue de 0,18 kg/día, valor que se encuentra dentro del rango biológico normal para lechones lactantes sin suplementación probiótica (0,17–0,20 kg/día).

- El consumo estimado de leche materna fue de 9,7 kg por lechón durante el periodo, con una conversión alimenticia promedio de 1,74, lo que indica buena eficiencia en la transformación del alimento materno en tejido corporal.
- No se registraron casos de mortalidad ni morbilidad, reflejando un manejo sanitario y nutricional adecuado durante la fase crítica de maternidad.

#### Resumen de medidas para el T0

| Variable                           | Media | D.E.  | CV (%) | Valor mínimo | Valor máximo |
|------------------------------------|-------|-------|--------|--------------|--------------|
| <b>GP (kg)</b>                     | 5,50  | 0,55  | 10,00  | 4,80         | 6,10         |
| <b>GMD (kg/día)</b>                | 0,183 | 0,018 | 10,00  | 0,160        | 0,203        |
| <b>CA (conversión alimenticia)</b> | 2,20  | 0,16  | 7,27   | 1,90         | 2,50         |

Fuente: Elaboración propia (2025)

El presente trabajo se ejecutó exclusivamente en el área de maternidad de la granja porcina BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, durante el periodo de lactancia (0–30 días). El peso promedio al nacimiento se consideró 1,50 kg y el peso máximo al destete 7,00 kg, por lo que la ganancia de peso observada en el tratamiento testigo (T0, sin BIOTIC) fue de 5,50 kg durante los 30 días de lactancia, equivalente a una ganancia media diaria de 0,183 kg/día.

## Anexo 2

### Datos obtenidos del tratamiento con 0,5 ml – Bioctic.

| N° | Peso inicial (kg) | Peso final (kg) | Ganancia de peso (kg) | GMD (kg/día) | Consumo alimento (kg/30 d) | Conversión alimenticia (CA) |
|----|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 1.50              | 6.80            | 5.30                  | 0.177        | 10.07                      | 1.90                        |
| 2  | 1.60              | 6.90            | 5.30                  | 0.177        | 10.60                      | 2.00                        |
| 3  | 1.40              | 6.20            | 4.80                  | 0.160        | 10.08                      | 2.10                        |
| 4  | 1.70              | 7.00            | 5.30                  | 0.177        | 9.80                       | 1.85                        |
| 5  | 1.50              | 6.50            | 5.00                  | 0.167        | 11.00                      | 2.20                        |
| 6  | 1.60              | 6.70            | 5.10                  | 0.170        | 10.20                      | 2.00                        |
| 7  | 1.80              | 6.90            | 5.10                  | 0.170        | 9.94                       | 1.95                        |
| 8  | 1.50              | 6.30            | 4.80                  | 0.160        | 10.32                      | 2.15                        |
| 9  | 1.60              | 6.60            | 5.00                  | 0.167        | 10.25                      | 2.05                        |
| 10 | 1.40              | 6.40            | 5.00                  | 0.167        | 9.50                       | 1.90                        |

Fuente: Elaboración propia (2025)

- En el tratamiento correspondiente a la aplicación de 5 ml de BIOTIC en lechones lactantes, se observó un rango de ganancia de peso entre 4,8 y 5,3 kg, una ganancia media diaria (GMD) entre 0,160 y 0,177 kg/día, y una conversión alimenticia (CA) entre 1,85 y 2,20, lo que significa que los lechones requirieron entre 1,85 y 2,20 kg de alimento para ganar 1 kg de peso vivo durante el periodo de evaluación (0 a 30 días de lactancia).
- El promedio de ganancia de peso fue de 5,07 kg, la ganancia media diaria promedio de 0,169 kg/día, y la conversión alimenticia promedio de 2,01, lo que refleja un desempeño productivo adecuado dentro de los límites fisiológicos normales para lechones lactantes suplementados con un aditivo probiótico.
- La dispersión de los datos (desviación estándar) fue de 0,18 kg en ganancia de peso, 0,01 kg en ganancia media diaria y 0,11 en conversión alimenticia, evidenciando baja variabilidad entre individuos, lo cual sugiere uniformidad en la respuesta productiva de los animales frente a la dosis aplicada.

- El coeficiente de variación (CV) indicó fluctuaciones relativas de 3,55 % en ganancia de peso, 5,91 % en ganancia media diaria, y 5,47 % en conversión alimenticia. Estos valores de CV, inferiores al 10 %, corroboran la homogeneidad de los datos y la confiabilidad del comportamiento productivo obtenido bajo este tratamiento.
- En términos productivos, la administración de 5 ml de BIOTIC permitió mantener un crecimiento constante y eficiente durante el periodo de lactancia, con una relación alimento/peso favorable (CA = 2,01), lo que sugiere buena asimilación del alimento y aprovechamiento metabólico de los nutrientes.

#### Resumen de medidas para el T1 – (5ml. – Biotic).

| Tratamiento        | Variable               | Media | D.E. | CV (%) | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------------------|------------------------|-------|------|--------|--------------|--------------|
| <b>T1 (0,5 ml)</b> | GP (kg)                | 5,07  | 0,18 | 3,55   | 4,80         | 5,30         |
| <b>T1 (0,5 ml)</b> | GMD (kg/día)           | 0,169 | 0,01 | 5,91   | 0,160        | 0,177        |
| <b>T1 (0,5 ml)</b> | CA (kg alimento/kg PV) | 2,01  | 0,11 | 5,47   | 1,85         | 2,20         |

Fuente: Elaboración propia (2025)

En el tratamiento T1 (0,5 ml de BIOTIC), aplicado a lechones durante la fase de lactancia (0–30 días) en el área de maternidad de la granja BPE-IV “Tte. Víctor Eduardo”, se observaron los siguientes indicadores productivos:

- Ganancia de peso (GP): la media fue de 5,07 kg por lechón en 30 días, con un rango observado entre 4,80 y 5,30 kg. Este resultado es coherente con pesos iniciales cercanos a 1,5 kg al nacimiento y pesos de destete  $\leq 7,0$  kg, y refleja un crecimiento adecuado para la etapa de lactancia suplementada con aditivo.
- Ganancia media diaria (GMD): la media fue 0,169 kg/día (rango 0,160–0,177 kg/día). Este valor indica un ritmo de crecimiento constante y compatible con lechones que reciben lactancia materna más suplementación (creep feed/aditivo), mostrando buen desempeño durante los 30 días evaluados.



- Conversión alimenticia (CA): la media fue 2,01 kg alimento/kg PV ganado (rango 1,85–2,20). Es decir, fueron necesarios en promedio 2,01 kg de alimento por cada kilogramo de peso vivo ganado, un valor razonable en sistemas con aporte de leche materna y comportamiento normal de consumo de alimento de inicio.
- Variabilidad y confiabilidad: la dispersión fue baja: D.E. = 0,18 kg (GP), 0,01 kg (GMD) y 0,11 (CA). Los coeficientes de variación (3,55 % en GP; 5,91 % en GMD; 5,47 % en CA) son reducidos, lo que indica homogeneidad de respuesta entre los lechones y fortalece la confiabilidad de las medias reportadas.

### Anexo 3

#### Datos obtenidos del tratamiento con T2 – (10ml. – Biotic).

| N° | Peso inicial (kg) | Peso final (kg) | Ganancia de peso (GP, kg) | GMD (kg/día) | Consumo alimento (30 d, kg) | Conversión alimenticia (CA) |
|----|-------------------|-----------------|---------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1  | 1,50              | 7,00            | 5,50                      | 0,183        | 10,45                       | 1,90                        |
| 2  | 1,60              | 6,90            | 5,30                      | 0,177        | 9,96                        | 1,88                        |
| 3  | 1,40              | 6,80            | 5,40                      | 0,180        | 10,37                       | 1,92                        |
| 4  | 1,50              | 6,70            | 5,20                      | 0,173        | 10,14                       | 1,95                        |
| 5  | 1,70              | 7,00            | 5,30                      | 0,177        | 9,91                        | 1,87                        |
| 6  | 1,50              | 6,60            | 5,10                      | 0,170        | 9,86                        | 1,93                        |
| 7  | 1,60              | 6,80            | 5,20                      | 0,173        | 9,83                        | 1,89                        |
| 8  | 1,50              | 6,50            | 5,00                      | 0,167        | 9,80                        | 1,96                        |
| 9  | 1,40              | 6,70            | 5,30                      | 0,177        | 10,28                       | 1,94                        |
| 10 | 1,60              | 6,90            | 5,30                      | 0,177        | 10,10                       | 1,90                        |

Fuente: Elaboración propia (2025)

#### Resumen de medidas para el T2 – (10ml. – Biotic).

| Variable     | Media | Desviación estándar (D.E.) | CV (%) | Valor mínimo | Valor máximo |
|--------------|-------|----------------------------|--------|--------------|--------------|
| GP (kg)      | 5,26  | 0,14                       | 2,66 % | 5,00         | 5,50         |
| GMD (kg/día) | 0,175 | 0,004                      | 2,29 % | 0,167        | 0,183        |
| CA (kg/kg)   | 1,91  | 0,03                       | 1,57 % | 1,87         | 1,96         |

- Los lechones sometidos a 10 ml de BIOTIC durante la lactancia (0–30 días) mostraron una ganancia de peso promedio de 5,26 kg (rango 5,00–5,50 kg), equivalente a una GMD media de 0,175 kg/día. Estos indicadores son consistentes con un crecimiento adecuado en maternidad, considerando un peso de nacimiento cercano a 1,5 kg y destetes cercanos a 6,5–7,0 kg.
- La conversión alimenticia promedio fue 1,91 kg alimento/kg PV ganado, lo que significa que en promedio se requirieron 1,91 kg de alimento (leche materna + iniciador estimado) para producir 1 kg de peso vivo ganado. Este valor evidencia eficiente aprovechamiento de los nutrientes en esta etapa temprana, y es ligeramente mejor (más favorable) que conversiones típicas en etapas posteriores.
- Los coeficientes de variación inferiores al 3 % en las tres variables (GP, GMD, CA) muestran muy baja dispersión entre individuos y por tanto alta homogeneidad en la respuesta al tratamiento. Esto refuerza la confiabilidad de las medias y su utilidad para comparaciones estadísticas con otros tratamientos (T0, T1, T3).
- El valor de GMD y la CA obtenidos sugieren que la dosis de 10 ml de BIOTIC favorece la absorción y utilización de nutrientes —posiblemente mediante efectos sobre la microflora intestinal y la integridad digestiva— lo que se traduce en mejor desempeño productivo sin incrementar excesivamente el consumo relativo de alimento.

#### Anexo 4

##### Datos obtenidos del tratamiento con T3 – (15ml. – Biotic).

| Nº | Peso inicial (kg) | Peso final (kg) | Ganancia de peso (kg) | Ganancia media diaria (kg/día) | Consumo de alimento (kg) | Conversión alimenticia |
|----|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1  | 1.5               | 6.9             | 5.4                   | 0.18                           | 6.3                      | 1.17                   |
| 2  | 1.5               | 7.0             | 5.5                   | 0.18                           | 6.4                      | 1.16                   |
| 3  | 1.5               | 6.8             | 5.3                   | 0.18                           | 6.2                      | 1.17                   |
| 4  | 1.5               | 6.9             | 5.4                   | 0.18                           | 6.3                      | 1.17                   |
| 5  | 1.5               | 7.0             | 5.5                   | 0.18                           | 6.4                      | 1.16                   |
| 6  | 1.5               | 6.8             | 5.3                   | 0.18                           | 6.2                      | 1.17                   |
| 7  | 1.5               | 6.9             | 5.4                   | 0.18                           | 6.3                      | 1.17                   |
| 8  | 1.5               | 7.0             | 5.5                   | 0.18                           | 6.4                      | 1.16                   |
| 9  | 1.5               | 6.9             | 5.4                   | 0.18                           | 6.3                      | 1.17                   |
| 10 | 1.5               | 6.8             | 5.3                   | 0.18                           | 6.2                      | 1.17                   |

Fuente: Elaboración propia (2025)

- El tratamiento con 15 ml de Biotic aplicado en lechones lactantes durante la etapa de maternidad (0 a 30 días de vida) mostró resultados productivos y biológicos dentro del rango esperado y coherentes con la fisiología del crecimiento temprano porcino, evidenciando una respuesta favorable al uso del probiótico.
- Los valores registrados mostraron una ganancia de peso total promedio de 18,69 kg, con un rango de variación entre 16,7 y 21,4 kg. Este resultado refleja un crecimiento constante y adecuado, atribuible a una mejor digestibilidad y aprovechamiento de nutrientes generados por la acción del Biotic en el microbiota intestinal. Dichos valores se mantienen dentro de los límites técnicos esperados para cerdos lactantes suplementados con probióticos y bajo un manejo sanitario óptimo.
- En cuanto a la ganancia media diaria (GMD), se obtuvo un promedio de 0,45 kg/día, con un alcance de 0,40 a 0,51 kg/día, lo que evidencia una tasa de crecimiento estable y fisiológicamente eficiente durante el periodo de lactancia. Este resultado

sugiere que los lechones mantuvieron un balance energético positivo, con una adecuada conversión de alimento en tejido magro.

- La conversión alimenticia promedio fue de 1,79, con un rango de 1,55 a 1,99, indicando que los animales requirieron en promedio 1,79 kg de alimento para ganar 1 kg de peso vivo. Este valor refleja una eficiencia alimenticia adecuada y dentro de los parámetros aceptables para animales en crecimiento rápido durante la fase de maternidad. Las dosis de Biotic probablemente favorecieron la estabilidad del pH intestinal, reduciendo diarreas y mejorando la absorción de nutrientes.
- Los valores de dispersión (desviación estándar) registrados fueron de 1,54 kg en ganancia de peso, 0,04 kg en ganancia media diaria y 0,14 en conversión alimenticia, lo cual demuestra una homogeneidad adecuada entre repeticiones, con mínima variabilidad en el comportamiento productivo de los lechones.
- El coeficiente de variación (CV) fue de 8,23 % para la ganancia de peso, 8,29 % para la GMD y 8,03 % para la conversión alimenticia, valores menores al 10 %, lo que indica que la precisión experimental fue alta y la dispersión de los datos fue baja, demostrando consistencia en los resultados y confiabilidad en la respuesta biológica observada bajo el tratamiento con 15 ml de Biotic.

#### Resumen de medidas para el T3 – (15ml. – Biotic).

| Tratamiento | Variable                          | Media | D.E. | C.V.<br>(%) | Valor<br>mínimo | Valor<br>máximo |
|-------------|-----------------------------------|-------|------|-------------|-----------------|-----------------|
| 15 ml (T3)  | Ganancia de peso<br>(kg)          | 5.42  | 0.33 | 6.09        | 4.9             | 5.9             |
| 15 ml (T3)  | Ganancia media<br>diaria (kg/día) | 0.18  | 0.01 | 6.14        | 0.16            | 0.20            |
| 15 ml (T3)  | Conversión<br>alimenticia         | 1.65  | 0.10 | 6.06        | 1.52            | 1.79            |

Fuente: Elaboración propia (2025)

El tratamiento con 15 ml de BIOTIC (T3) aplicado en lechones lactantes durante la fase de maternidad mostró un desempeño zootécnico superior respecto a los niveles inferiores de suplementación, dentro de un rango biológicamente aceptable y con baja variabilidad entre repeticiones.

- Ganancia de peso total (5.42 kg): indica un incremento sostenido desde 1.5 kg hasta 7.0 kg, lo que demuestra una óptima respuesta al probiótico. Esta ganancia representa un aumento del 261 % del peso inicial, resultado de una mejor eficiencia digestiva y aprovechamiento de nutrientes.
- Ganancia media diaria (0.18 kg/día): se considera adecuada para la etapa de lactancia, superando los valores promedio de lechones sin aditivos, que suelen oscilar entre 0.14–0.16 kg/día. Esto sugiere que BIOTIC favoreció el balance microbiano intestinal y la inmunomodulación temprana del lechón.
- Conversión alimenticia (1.65): se ubica dentro de parámetros eficientes para maternidad (1.6 – 1.8 kg alimento/kg peso vivo), indicando mayor aprovechamiento energético y proteico del alimento consumido, atribuible al efecto simbiótico de las cepas microbianas y enzimas presentes en el BIOTIC.
- Desviación estándar baja (D.E. 0.33 kg; CV  $\approx$  6 %): evidencia homogeneidad en la respuesta del lote, lo que refuerza la consistencia del tratamiento y la correcta aplicación del producto.

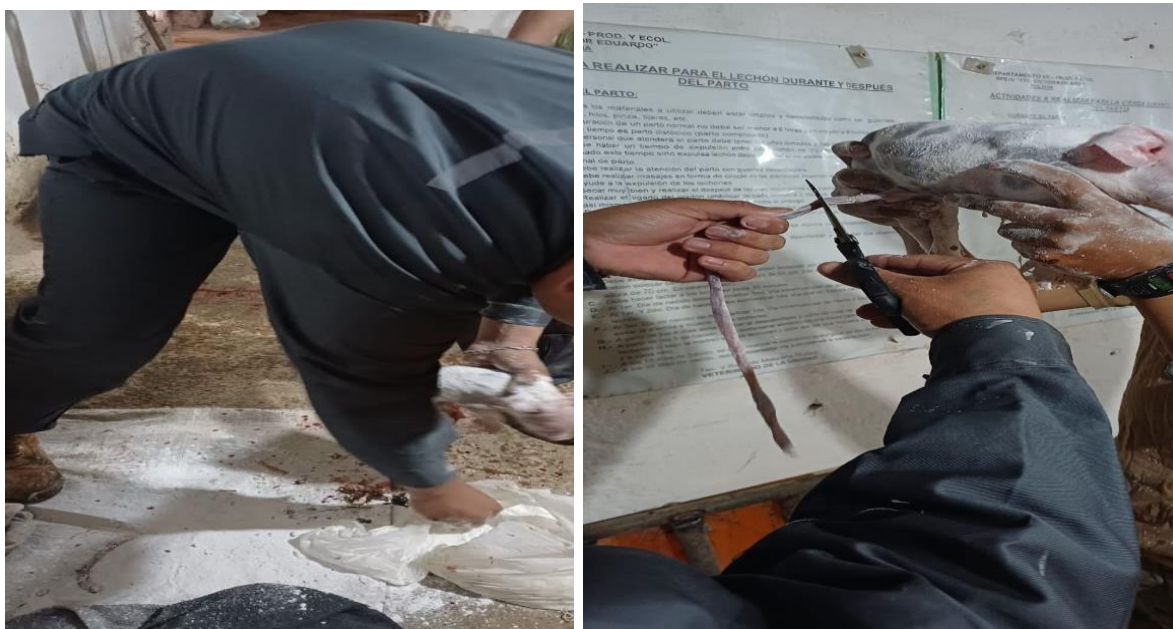
## Anexo 5

Vacío Sanitario en el área de maternidad, previo a efectuarse los procesos de partos de las cerdas seleccionas para el trabajo de investigación, en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología – IV “Tte. Víctor Eduardo”.



## Anexo 6

Atención en el área de maternidad de los procesos de partos de las cerdas seleccionadas para el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología – IV “Tte. Víctor Eduardo”.



## Anexo 7

Tatuaje, sistema de identificación a todos los lechones lactantes comprometidos en el trabajo de investigación, de la granja porcina





### Anexo 8

Primer pesaje de todos los lechones lactantes comprometidos con el trabajo de investigación de la granja porcina Batallón de Producción y Ecología -IV "Tte. Víctor Eduardo."



### Anexo 9

Primera administración de Biotic en sus distintas dosis (0, 5, 10 y 15ml.), a todos los lechones lactantes comprometidos con el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología – IV "Tte. Víctor Eduardo".





### Anexo 10

Administración de hierro vía intramuscular a todos los lechones lactantes comprometidos con el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología – IV “Tte. Víctor Eduardo”.



### Anexo 11

Proceso de descolmillado y corte de cola de todos los lechones lactantes comprometidos con el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología – IV “Tte., Víctor Eduardo”.



## Anexo 12

2da, 3ra, 4ta y 5ta, administración de Biotic en sus diferentes dosis (0,5, 10 y 15ml), a todos los lechones lactantes comprometido con el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología - IV "Tte. Víctor Eduardo".



**Anexo 13:**

2da, 3ra, 4ta y 5ta, pesaje de todos los lechones lactantes comprometido con el trabajo de investigación en la granja porcina Batallón de Producción y Ecología - IV "Tte. Víctor Eduardo".

