



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**VALORACIÓN DE PROBIÓTICO (LACTOTECH) EN EL  
RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN LA ETAPA DE  
FINALIZACIÓN EN LA GRANJA NOVAPORK**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: KAROL MISHALLE AMÁN LUNA**

**DIRECTOR: Dr. ANTONIO NELSON DUCHI DUCHI., PhD**

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Karol Mishelle Amán Luna

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Karol Mishelle Amán Luna, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de enero de 2024

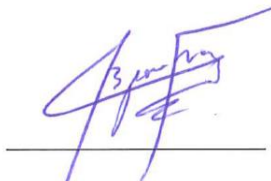
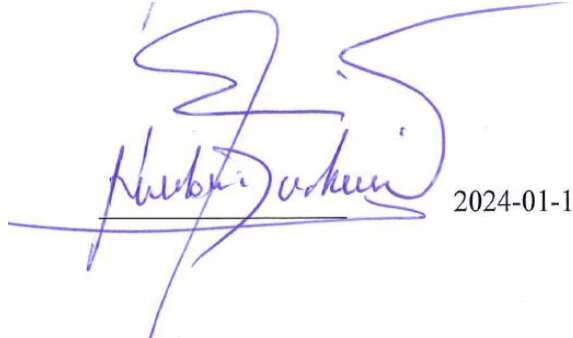
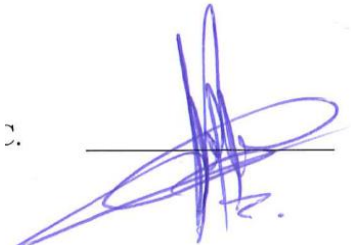


**Karol Mishelle Amán Luna**

**CI: 185039496-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **VALORACIÓN DE PROBIÓTICO (LACTOTECH) EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN EN LA GRANJA NOVAPORK**, realizado por la señorita: **KAROL MISHELLE AMÁN LUNA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Byron Leoncio Diaz Monroy <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-01-18
Dr. Antonio Nelson Duchí Duchí., PhD <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-18
Ing. Hernán Patricio Guevara Costales., MsC <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-18

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo le dedico primero al ser más grandioso y extraordinario que existe y es Dios por haberme permitido cumplir mi objetivo y por las bendiciones que día a día me ha dado. A mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos académicos, y en especial a mi padre César Amán, quien, a pesar de las circunstancias, desde siempre estuvo conmigo, nunca me ha dejado de dar sus palabras de aliento, él siempre fue y será mi pilar básico de mis metas y logros. A mis hermanos que siempre me brindaron su fortaleza para no rendirme en el trayecto de mis estudios. A mi prometido quien ha estado conmigo en mis últimos semestres de estudio, quien igual me ha apoyado en todo momento y ha creído en mí. Infinitas gracias a todos. Y por último y no menos importante este trabajo va dedicado a mi mascota Kira quien desde que comencé mis estudios universitarios apareció en mi vida como una luz para hacerme compañía hasta el día de hoy.

Karol

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Zootecnia, escuela de gran reconocimiento y prestigio por haberme brindado sabios conocimientos a lo largo de mi formación académica. Al Dr. Antonio Nelson Duchi Duchi, director de tesis y al Ing. Hernán Patricio Guevara Costales, asesor de la misma, gracias por sus asesoramientos y aportes para la realización de mi trabajo investigativo. Gracias por sus guías y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en mi memoria. Un agradecimiento muy especial a la Granja Novapork y a su propietario el Dr. Patricio Romo por abrirme las puertas de su granja y dejarme participar en la misma para realizar mi tesis, a los chicos que trabajan en la granja, infinitas gracias por enseñarme de sus conocimientos prácticos y tener paciencia conmigo. Finalmente, son muchos los maestros que forman parte de la Carrera de Zootecnia a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Karol

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Producción Porcina .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. <i>Producción del cerdo a nivel mundial .....</i>	3
1.1.2. <i>Producción de cerdo a nivel Sudamericano .....</i>	4
1.1.3. <i>Producción del cerdo a nivel de Ecuador.....</i>	5
<b>1.2. Sistemas de producción porcina .....</b>	<b>6</b>
1.2.1. <i>Sistema tecnificado.....</i>	6
1.2.2. <i>Sistema semi-tecnificado .....</i>	7
1.2.3. <i>Sistema artesanal, rural o de traspatio .....</i>	7
<b>1.3. Producción de cerdos de engorde .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4. Nutrición y alimentación en cerdos .....</b>	<b>8</b>
1.4.1. <i>Requerimientos nutricionales en cerdos .....</i>	8
1.4.2. <i>Nutrientes en la nutrición del cerdo.....</i>	10
1.4.3. <i>Valoración nutricional de los alimentos.....</i>	11
1.4.3.1. <i>Esquema de Weendy o análisis proximal.....</i>	12
1.4.4. <i>Pruebas de digestibilidad .....</i>	13
1.4.4.1. <i>Método de colección total de heces .....</i>	14
1.4.5. <i>Digestibilidad in vitro para monogástricos .....</i>	14
1.4.6. <i>Aditivos en la alimentación porcina .....</i>	14
1.4.6.1. <i>Aditivos nutricionales.....</i>	15
1.4.6.2. <i>Aditivos zootécnicos.....</i>	16
<b>1.5. Probióticos .....</b>	<b>16</b>
1.5.1. <i>Uso de probióticos en la actualidad.....</i>	16
1.5.2. <i>Mejores probióticos que se utiliza en la nutrición de cerdos .....</i>	17
1.5.2.1. <i>Lactobacillus.....</i>	17
1.5.2.2. <i>Bifidobacterium.....</i>	17

1.5.3.	<i>Probiótico Lactotech</i> .....	17
1.6.	<b>Microbiología de las heces del cerdo</b> .....	18
1.7.	<b>Parámetros productivos</b> .....	19
1.7.1.	<i>Ganancia de peso</i> .....	19
1.7.2.	<i>Conversión alimenticia</i> .....	19

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
2.1.	<b>Localización y duración del proyecto</b> .....	20
2.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	20
2.3.	<b>Materiales, equipos e instalaciones</b> .....	20
2.3.1.	<i>Materiales</i> .....	20
2.3.2.	<i>Insumos</i> .....	21
2.3.3.	<i>Equipos</i> .....	21
2.3.4.	<i>Semovientes</i> .....	21
2.3.5.	<i>Instalaciones</i> .....	21
2.4.	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	21
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	22
2.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	22
2.6.	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b> .....	22
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	23
2.7.1.	<i>Descripción del experimento</i> .....	23
2.8.	<b>Programa sanitario</b> .....	23
2.9.	<b>Programa de alimentación</b> .....	24
2.10.	<b>Metodología de evaluación</b> .....	24
2.10.1.	<i>Peso inicial, kg</i> .....	24
2.10.2.	<i>Peso final, kg</i> .....	24
2.10.3.	<i>Ganancia de peso, kg</i> .....	24
2.10.4.	<i>Consumo diario de alimento, kg</i> .....	24
2.10.5.	<i>Consumo en materia seca, CMS</i> .....	25
2.10.6.	<i>Conversión alimenticia, kg</i> .....	25
2.10.7.	<i>Digestibilidad de materia seca y materia orgánica in vitro</i> .....	25
2.10.8.	<i>Bacterias Gram positivas, UFC/ml</i> .....	25
2.10.9.	<i>Beneficio costo</i> .....	26



### CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	27
<b>3.1.</b>	<b>Composición Química y pruebas de digestión de la dieta control y de la dieta base más probiótico</b> .....	27
<b>3.1.1.</b>	<i>Composición Química de las dietas experimentales</i> .....	27
<b>3.1.2.</b>	<i>Digestión de la dieta control y dieta base más probiótico</i> .....	27
<b>3.1.2.1.</b>	<i>Digestibilidad de materia seca In vitro (DMSIV)</i> .....	27
<b>3.1.2.2.</b>	<i>Digestibilidad de la materia orgánica In vitro (DMOIV)</i> .....	28
<b>3.2.</b>	<b>Análisis microbiológico de muestras de heces de los animales tratados con la dieta base y la dieta base más probiótico</b> .....	29
<b>3.2.1.</b>	<i>Bacterias gram positivas, UFC/ml</i> .....	29
<b>3.3.</b>	<b>Parámetros productivos de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico</b> .....	30
<b>3.3.1.</b>	<i>Peso inicial, kg</i> .....	31
<b>3.3.2.</b>	<i>Peso final, kg</i> .....	32
<b>3.3.3.</b>	<i>Ganancia de peso diario, kg</i> .....	32
<b>3.3.4.</b>	<i>Consumo diario de alimento, kg</i> .....	33
<b>3.3.5.</b>	<i>Consumo en materia seca, CMS</i> .....	34
<b>3.3.6.</b>	<i>Conversión alimenticia, kg</i> .....	35
<b>3.4.</b>	<b>Beneficio Costo</b> .....	36

### CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	38
<b>4.1.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	38
<b>4.2.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	39

### BIBLIOGRAFÍA

### ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Producción de carne de cerdo de los principales países de producción en América Latina entre 2010 y 2020 .....	4
<b>Tabla 1-2:</b>	Consumo de agua mínimo por fase de producción .....	11
<b>Tabla 1-3:</b>	Evaluación de la calidad de agua para cerdos basado en solidos disueltos totales (NRC, 2012) .....	11
<b>Tabla 1-4:</b>	Recomendaciones de Vitaminas y Minerales (Aportes por Tn Alimento).....	15
<b>Tabla 1-5:</b>	Ficha técnica del probiótico Lactotech.....	18
<b>Tabla 2-1:</b>	Condiciones meteorológicas de la zona .....	20
<b>Tabla 2-2:</b>	Esquema del experimento .....	22
<b>Tabla 2-3:</b>	Composición química del alimento .....	23
<b>Tabla 3-1:</b>	Composición Química de las dietas experimentales .....	27
<b>Tabla 3-2:</b>	Parámetros productivos de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico.....	30
<b>Tabla 3-3:</b>	Relación de beneficio y costo entre los tratamientos de estudio .....	37

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-1:</b>	Exportaciones de carne de cerdo a china como porcentaje de las exportaciones totales entre los cuatro principales exportadores.....	3
<b>Ilustración 1-2:</b>	Exportación, importación y producción total de carne de cerdo en miles de toneladas de los principales productores de Latinoamérica para el periodo 2010 y 2020 e incremento en % .....	4
<b>Ilustración 1-3:</b>	Tasa de crecimiento anual compuesto de producción de los principales países productores de carne porcina de América Latina para el periodo 2010-2020	5
<b>Ilustración 1-4:</b>	Beneficio, producción e importaciones de cerdos .....	6
<b>Ilustración 1-5:</b>	Existencia de ganado porcino al año.....	6
<b>Ilustración 3-1:</b>	Digestibilidad de la materia seca in vitro en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico .....	28
<b>Ilustración 3-2:</b>	Digestibilidad de la materia orgánica in vitro en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico .....	29
<b>Ilustración 3-3:</b>	Bacterias gram positivas en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico .....	30
<b>Ilustración 3-4:</b>	Peso inicial de cerdos alimentados dieta base y dieta base más probiótico ..	31
<b>Ilustración 3-5:</b>	Peso final de los cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico. ....	32
<b>Ilustración 3-6:</b>	Ganancia de peso diario en los cerdos tratados con dieta base y dieta base más probiótico.....	33
<b>Ilustración 3-7:</b>	Consumo diario de alimento, kg en los cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico .....	34
<b>Ilustración 3-8:</b>	Consumo de alimento materia seca en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico .....	35
<b>Ilustración 3-9:</b>	Conversión alimenticia en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRUEBAS DE DIGESTIÓN
- ANEXO B:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS
- ANEXO C:** PRUEBA T STUDENT PARA PESO INICIAL, KG
- ANEXO D:** PRUEBA T STUDENT PARA PESO FINAL, KG
- ANEXO E:** PRUEBA T STUDENT PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO TCO, KG
- ANEXO F:** PRUEBA T STUDENT PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO MATERIA SECA BS, KG
- ANEXO G:** PRUEBA T STUDENT PARA LA GANANCIA DE PESO-DÍA, KG
- ANEXO H:** PRUEBA T STUDENT PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA, KG
- ANEXO I:** PRUEBA T STUDENT PARA BACTERIAS GRAM POSITIVAS, UFC/ML
- ANEXO J:** LIMPIEZA Y UBICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL
- ANEXO-K:** SELECCIÓN DE LOS ANIMALES PARA EL RESPECTIVO ARETEO Y RECOLECCIÓN DE PESOS INICIALES
- ANEXO-L:** RECOLECCIÓN DE LAS HECES EN ENVASES AL FINAL DEL EXPERIMENTO PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO
- ANEXO-M:** BALANCEADO SOBRANTE DEL TRATAMIENTO CONTROL Y TRATAMIENTO CONTROL MÁS PROBIÓTICO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO
- ANEXO-N:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGAR SANGRE Y MRS DE LAS MUESTRAS DE HECES
- ANEXO O:** ELABORACIÓN DE LA TÉCNICA TINCIÓN GRAM Y RESULTADOS EN EL MICROSCOPIO
- ANEXO-P:** COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD PEPSINA/PANCREATINA CON EL BALANCEADO DEL TRATAMIENTO CONTROL Y TRATAMIENTO CONTROL MÁS PROBIÓTICO
- ANEXO Q:** TÉCNICA DE CENIZAS PARA DETERMINAR LA MATERIA ORGÁNICA EN BASE SECA

## RESUMEN

El presente trabajo se planteó como objetivo el valorar del probiótico Lactotech dentro de la alimentación en cerdos en la etapa de finalización en la granja Novapork sector el peaje en la parroquia San José de Alluriquín del cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, el tiempo de duración de la investigación fue de 60 días, para el desarrollo de la investigación se utilizó 50 cerdos de raza mejorada TN60 x Durock de 120 días de edad y la cantidad del probiótico según las recomendaciones de la casa comercial. En la presente investigación se realizó dos tratamientos; T1 tratamiento control y T2 tratamiento control más probiótico. Los resultados obtenidos en la investigación se tabularon en el programa Excel Office 2016 y una técnica de estadística descriptiva. Reportando resultados favorables para cada variable como son peso inicial T1 (75,56 kg) y T2 (82,28 kg), peso final T1 (107,77 kg) y T2 (117,39 kg), ganancia diaria de peso T1 (1,17 kg) y T2 (1,07 kg), consumo diario de alimento T1 (2,52 kg) y T2 (2,93 kg), consumo de materia seca T1 (2,31 kg) y T2 (2,67 kg), conversión alimenticia T1 (2,01) y T2 (2,52), digestibilidad de la materia seca in vitro T1 (86,13 %) y T2 (86,92 %), digestibilidad de la materia orgánica in vitro T1 (86,46 %) y T2 (87,65 %), bacterias gram positivas T1 (1390 UFC/ml) y T2 (1728 UFC/ml). La mejora de la digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica con el tratamiento control más probiótico fueron ligeramente superiores a los resultados del tratamiento control. Digestibilidad in vitro de la materia seca del tratamiento control más probiótico fue de 86,92 %. Se recomienda utilizar el probiótico dentro de la alimentación de los cerdos en la etapa de engorde para una mejor productividad.

**Palabras clave:** <PROBIÓTICO>, <DIGESTIBILIDAD>, <NUTRICIÓN DE CERDOS>, <GANANCIA DE PESO>, <ALIMENTACIÓN EN CERDOS>.

0278-DBRA-UPT-2024

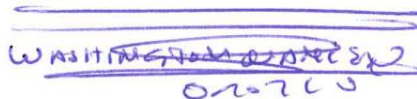


## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the probiotic Lacotech in the feeding of pigs in the finishing stage at the Novapork farm, in the sector of the toll in the parish of San José of Alluriquín in the canton of Santo Domingo, province of Santo Domingo de los Tsáchilas. The length of the research was 60 days. For the development of the research, 50 pigs of improved breed TN60 x Durock of 120 days of age and the amount of probiotic according the recommendations of the commercial house were used. In the present research, two treatments were carried out; T1 control treatment and T2 control treatment plus probiotic. The results obtained in the research were tabulated in the Excel Office 2016 program and a descriptive statistics technique. Reporting favorable results for each variable with initial weight T1 (75.56 kg) and T2 (82.28 kg), final weight T1 (107.77 kg) and T2 (117.39 kg), daily weight gain T1 (1.17 kg) and T2 (1.07 kg), daily feed intake T1 (2.52 kg) and T2 (2.93 kg), dry matter intake T1 (2.31 kg) and T2 (2.67 kg), feed conversion T1 (2.01) and T2 (2.52), in vitro dry matter digestibility T1 (86.13 %) and T2 (86.92 %), in vitro organic matter digestibility T1 (86.46 %) and T2 (87.65 %), gram positive bacteria T1 (1390 UFC/ml) and T2 (1728 UFC/ml). The improvement of in vitro digestibility of dry matter and organic matter with the control plus probiotic treatment were slightly higher than the results of the control treatment. In vitro dry matter digestibility of the control plus probiotic treatment was 86.92 %. It is recommended to use the probiotic in the feed of pigs in the fattening stage for better productivity.

**Key words:** <PROBIOTIC>, <DIGESTIBILITY>, <PIG NUTRITION>, <WEIGHT GAIN>, <FEEDING IN PIGS>.

0278-DBRA-UPT-2024



Lic. Washington Mancero O., MsC.

NUI: 0601810799

DOCENTE CARRERA ZOOTECNIA

## INTRODUCCIÓN

El sector porcino en el Ecuador tiene una tasa de crecimiento dinámico. Los criadores de cerdos y los industriales de traspatio aumentaron su ganado porcino mediante aplicaciones genéticas, aumentando la productividad para satisfacer las necesidades nacionales. Según la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), esta evolución del sector se viene dando desde el año 2007, cuando la producción técnica era de 43.500 toneladas de carne al año; en 2013, la misma cifra fue de 74.908 toneladas por año (Producción porcina en Ecuador, 2019, p. 1).

En el 2019, la zona porcina en el Ecuador produjo 180 mil toneladas de carne de cerdo y, en 2020, 170 mil. El consumo per cápita de carne de cerdo igualmente registró un corto retroceso, de 11 kg por persona, en 2019, a 10,5 kg en 2020. La totalidad de las granjas porcinas se encuentran en las regiones Sierra y Costa, distribuidas entre Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Pichincha, Manabí y El Oro (Ionita, 2022, p. 3).

La porcicultura se enfoca en la crianza, reproducción y producción de los porcinos y comprende todo el manejo sanitario, genético, nutrición y alimentación para obtener carne de cerdo de buena calidad para consumo personal. Además, es una empresa que requiere conocimientos de ciencia, economía y manejo animal, así como inversiones con alto sentido de responsabilidad y conocimiento técnico, con objetivos económicos que reducen en un retorno el capital invertido y amortizar el mismo en poco tiempo (Sotoa, et al., 2019, p. 2).

El uso de probióticos en la alimentación porcina es capaz modular la respuesta inmune y mejorar los parámetros productivos de conversión alimenticia y ganancia de peso vivo final; además, puede utilizarse para tratar infecciones digestivas como la diarrea, aportando beneficios económicos e importantes en la industria porcina. Estos aditivos son microorganismos vivos que cuando se usan en cantidades adecuadas influyen benéficamente en la salud intestinal del huésped. Su utilización en la alimentación de animales destinados al consumo humano se relaciona con la crisis de salud global por la resistencia a antimicrobianos (Morales, 2020, p. 2).

El uso de prebióticos y probióticos en la nutrición y alimentación de cerdos y particularmente el probiótico que se utilizó en este trabajo investigativo no causó daños colaterales en la salud, fisiología, metabolismo y genoma de los animales.

En la actualidad la granja Novapork se dedica principalmente a la crianza, engorde y venta de cerdos, la misma que ha ido mejorando su productividad con el pasar de los años logrando así animales con buena conversión alimenticia, pero teniendo aún muchos gastos en la alimentación.

Es por ello, que se vio en la necesidad de realizar el presente estudio para determinar el efecto del probiótico lactotech en la nutrición y alimentación de cerdos en la mencionada granja, cuyos resultados fueron positivos en reducir costos de producción, optimizar el alimento en mejor rendimiento productivo, y una mejora en los índices de rentabilidad. Por lo expuesto en esta investigación se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la composición química y pruebas de digestión de la dieta control y de la dieta base más probiótico.
- Realizar análisis microbiológico de muestras de heces de los animales tratados con la dieta base y de la dieta base más probiótico.
- Valorar el comportamiento productivo a partir del consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia de peso a partir del peso inicial y peso final.
- Evaluar el costo de producción del tratamiento.



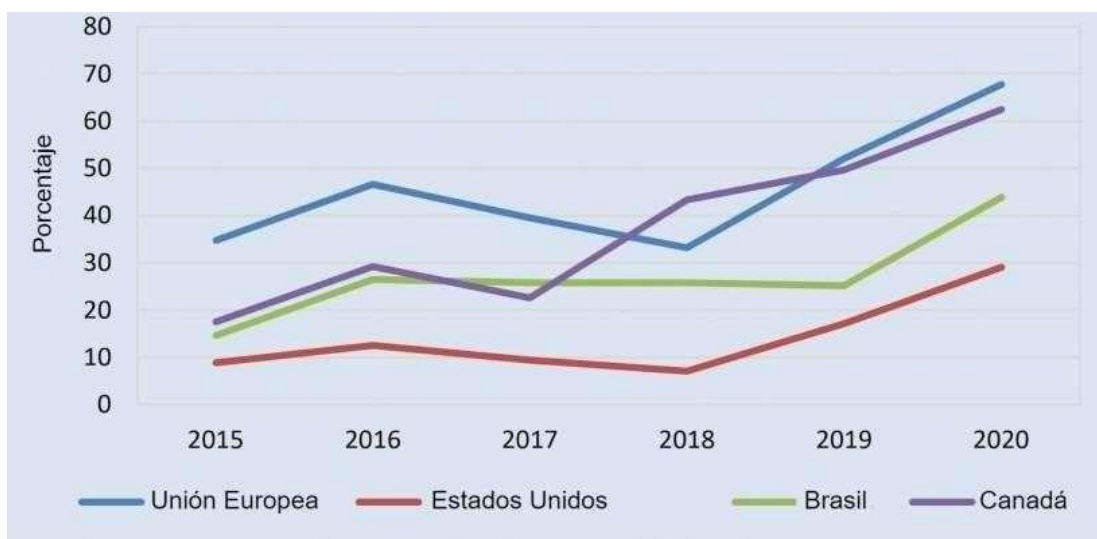
## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Producción porcina

##### 1.1.1. Producción del cerdo a nivel mundial

La producción porcina mundial de carne en 2021 se estima en 122 millones de toneladas, un 11,2% más que en 2020. Este se debe primordialmente a la reducción de la producción debido a la Peste Porcina Africana (PPA) entre el 2018 a 2020 en China, Filipinas y Vietnam. Sin embargo, Estados Unidos, Brasil, la Unión Europea, la Federación Rusa, Canadá, México y Chile experimentaron aumentos modestos en la producción, compensando parcialmente las disminuciones en otros lugares (FAO: Datos de la producción mundial de carne de cerdo, 2021, pág. 4). En 2022, China se afianzó como el mayor productor de carne de cerdo del mundo al consignar un volumen de aproximadamente 55,4 millones de toneladas métricas. La Unión Europea, en segundo lugar, produjo la mitad de dicha producción, situándose en los 22,5 millones de toneladas y Estados Unidos completó el podio (Orús, 2023, p. 2).



**Ilustración 1-1:** Exportaciones de carne de cerdo a china como porcentaje de las exportaciones totales entre los cuatro principales exportadores

**Fuente:** (FAO: Datos de la producción mundial de carne de cerdo, 2021, p. 4).

El territorio asiático fue el mayor consumidor mundial de carne de cerdo este año con 57,4 millones de toneladas y se espera que consuma más de 58 millones de toneladas para 2023, según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) (Porcicultura, 2021, p. 10).

### 1.1.2. Producción de cerdo a nivel Sudamericano

Se realizó un análisis económico de la porcicultura en los últimos años considerando a Brasil, Ecuador, Argentina, Costa Rica, Perú, Paraguay, Panamá, México, Chile y Colombia como los principales países productores porcinos de Latinoamérica (Norambuena, et al., 2021 p. 2).



**Ilustración 1-2:** Exportación, importación y producción total de carne de cerdo en miles de toneladas de los principales productores de Latinoamérica para el periodo 2010 y 2020 e incremento en %

Fuente: (Norambuena, et al., 2021, p. 2).

Al cierre de 2021, la producción de carne de cerdo en América Latina aumentó un 6,5% respecto a 2020, de 7,9 millones de toneladas a 8,42 millones de t. En particular, encontramos que Brasil, como principal productor de carne de cerdo en América Latina, no sólo experimentó el mayor crecimiento (9,1%), sino que también contribuyó con la mayor proporción del crecimiento de la producción regional (5,2%). Por otro lado, Argentina (6%) y Colombia (4,9%) ocupan el segundo y tercer lugar en el ranking de países productores (Ilustración 1-3) (Crespo, 2022, p. 22).

**Tabla 1-1:** Producción de carne de cerdo de los principales países de producción en América Latina entre 2010 y 2020

Pdn miles de t	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Brasil</b>	3.078	3.370	3.150	3.117	3.193	3.431	3.711	3.825	3.951	4.124	4.130
<b>México</b>	1.175	1.202	1.239	1.284	1.290	1.323	1.376	1.440	1.501	1.447	1.649
<b>Argentina</b>	279	301	331	416	442	484	522	567	621	610	655
<b>Chile</b>	498	528	584	550	520	524	508	496	534	530	574
<b>Colombia</b>	195	226	243	265	289	320	357	371	410	447	469
<b>Perú</b>	155	157	163	170	181	191	199	210	220	231	270
<b>Ecuador</b>	95	105	115	120	126	138	150	161	150	187	190
<b>Costa Rica</b>	44	46	48	48	51	53	62	63	67	68	74
<b>Paraguay</b>	18	21	23	27	29	36	43	45	55	58	64
<b>Panamá</b>	30	32	37	37	37	39	42	48	53	48	49
<b>Total</b>	<b>5.567</b>	<b>5.988</b>	<b>5.933</b>	<b>6.033</b>	<b>6.157</b>	<b>6.538</b>	<b>6.971</b>	<b>7.227</b>	<b>7.561</b>	<b>7.750</b>	<b>8.124</b>

Fuente: (Norambuena, et al., 2021 p. 3).

Realizado por: Amán, Karol 2024.



**Ilustración 1-3:** Tasa de crecimiento anual compuesto de producción de los principales países productores de carne porcina de América Latina para el periodo 2010 a 2020

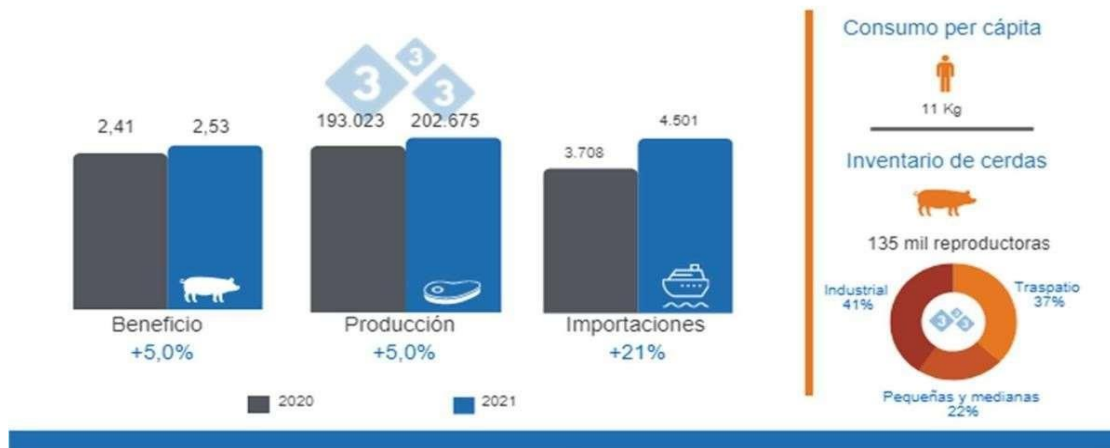
Fuente: (Norambuena, et al., 2021 p. 5).

### 1.1.3. Producción del cerdo a nivel de Ecuador

Típicamente, el sector porcino de Ecuador muestra un crecimiento constante. De hecho, entre 2012 y 2021, la cría de cerdos creció a un ritmo del 7 al 8%. Sin embargo, con la llegada del COVID-19, el aumento se ha frenado a unos 5 puntos porcentuales por año. Según la Asociación de Productores Porcinos del Ecuador (ASPE). El ganado porcino en 2021 aumentó un 5% respecto al año anterior, al pasar de 2`408.474 a 2`828.900 cabezas. Así, la producción de carne de cerdo alcanzó las 206.675 toneladas (t), lo que representa un incremento del 5% respecto a 2021, cuando se consolidó en 193.023 toneladas (ASPE, 2022, p. 11).

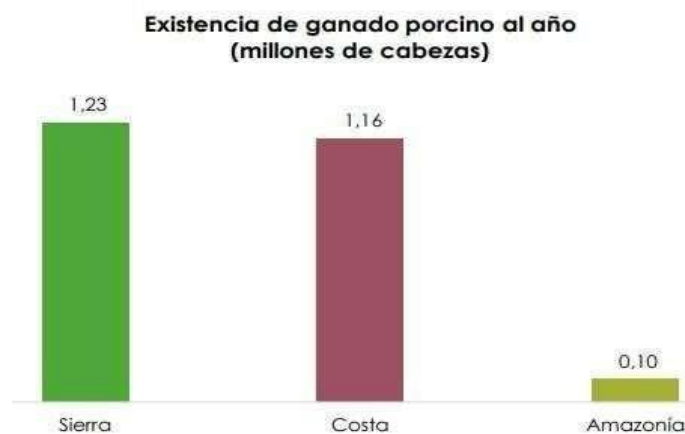
El monto de las importaciones de carne de cerdo ha disminuido un 70% en los últimos 10 años, pasando de 15.400 toneladas en 2012 a 4.501 toneladas en 2021. Actualmente, los criadores de cerdos ecuatorianos cubren casi el 98% del consumo interno y los productos importados son principalmente grasas y cuero para la industria de embutidos y algunos cortes para entrega a cadenas alimentarias internacionales (Martínez, 2021, p. 21).

En el 2020, el número de porcinos existentes al año fue de 2.50 millones de cabezas, del cual el 17,79% se concentra en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas (INEC, 2021, p. 14).



**Ilustración 1-4:** Beneficio, producción e importaciones de cerdos

Fuente: (ASPE, 2022, p. 12).



**Ilustración 1-5:** Existencia de ganado porcino al año.

Fuente: (ASPE, 2022, p. 12)

## 1.2. Sistemas de producción porcina

En América Latina, la porcicultura se divide en tres sistemas de producción: sistema artesanal o de traspatio, semitecnificado y sistema tecnificado (Harris, 2014, p. 1).

### 1.2.1. Sistema tecnificado

Un sistema tecnificado se caracteriza por la producción porcina en la menor superficie posible. El ganado se mantiene en espacios confinados durante todas las etapas productivas de su vida y generalmente no tiene acceso a pastos. El este motivo, cada fase del desarrollo animal requiere de condiciones modernas, una cría adecuada, un estricto control nutricional de la dieta y

conocimientos técnicos especiales (Sagarpa, 2017, p. 2). Este sistema, cuando se gestiona adecuadamente, conduce a una mejor producción y rendimiento reproductivo, lo que puede conducir a una mayor rentabilidad. Además, algunas grandes empresas tienen sus propios mataderos y laboratorios de control de calidad (Alonso, 2023, p. 21).

### **1.2.2. Sistema semi-tecnificado**

Las granjas semi-tecnificadas son un tipo de explotación mixta donde los animales se mantienen al aire libre en determinados momentos del día o en determinadas épocas del año y permanecen en el interior o alimentados de forma intensiva el resto del tiempo. Este método se suele utilizar en zonas agrícolas donde los residuos se utilizan como alimento, combinando la producción agrícola con la ganadería (González, 2019, p. 16). La alimentación consiste en una dieta equilibrada, que rara vez se prepara en la propia explotación y en su mayoría se compra. La comida se sirve de forma manual o con sistemas semiautomáticos. En la producción semi-tecnificada, la falta de implementación del flujo de producción y la contabilidad de las instalaciones como un medio para lograr una planificación más precisa conduce a una mayor resolución de problemas humanos y, lo que genera problemas de higiene y bienestar animal que afectan negativamente los niveles de producción (INTAGRI, 2019, p. 3).

### **1.2.3. Sistema artesanal, rural o de traspatio**

Bajo este sistema, los cerdos se integran al medio natural y permanecen en libertad durante todas las etapas de su vida. Este sistema sólo es adecuado para explotaciones familiares si existen grandes superficies de forrajes naturales, frutos y tubérculos de los que los cerdos puedan alimentarse de forma fácil y económica (Herrera, 2015, p. 23). La producción de cerdos de traspatio utiliza cerdos criados en sistemas de alojamiento de bajo costo que aprovechan la resiliencia y las bajas necesidades nutricionales de estas poblaciones. Cabe señalar que la producción porcina de traspatio es una actividad importante que contribuye a la agricultura familiar y al consumo de proteína animal en comunidades rurales marginadas (Román, et al., 2016, p. 14).

## **1.3. Producción de cerdos de engorde**

La producción porcina de engorde se lleva a cabo en condiciones de confinamiento en tres sistemas principales:

- Sistema de producción continua
- Sistema Todo adentro-todo a fuera
- Sistema familiar

El sistema familiar es enorme y técnicamente poco exigente, los animales criollos son explotados ineficientemente, los animales son alimentados con sobras de cocina, el tiempo de espera es largo y es muy probable que la carne contenga parásitos que contagien a las personas, los animales están expuestos a algunas enfermedades, de ellos mortales; como la peste porcina clásica o el cólera porcino. Un sistema de producción continua es intensivo en el que productor compra y vende animales continuamente. Cada vez que un productor vende animales de engorde, los reemplaza por otros (Germán, et al., 2018, p. 16).

El sistema todo adentro-todo a fuera se forman grupos de la misma edad, que no aceptan ningún otro animal en el grupo y por tanto van pasando por todas las etapas hasta completarlas, al no haber ningún animal nuevo, la entrada de enfermedades es limitada. Además, cada grupo es lavado, desinfectado y dejado secar al salir de la instalación, para que el nuevo grupo sea recibido en las mejores condiciones higiénicas a su llegada (Virbac, 2019, p. 11).

#### **1.4. Nutrición y alimentación en cerdos**

La nutrición representa entre el 65 y 70% de los costes de producción porcina. La última etapa de crecimiento explica más del 70% de este porcentaje, por lo tanto, necesitamos llevar a cabo una nutrición adecuada y dividir los requerimientos nutricionales en tres etapas importantes: crecimiento, desarrollo y etapas finales. Empezamos a preparar una dieta equilibrada que contenga los nutrientes necesarios, teniendo en cuenta cada etapa fisiológica como el peso, edad, potencial genético, sexo, estado de salud y temperatura ambiente (Paulino, 2016, p. 14).

La mayoría de los cerdos dependen casi por completo de alimentos procesados de varios ingredientes, por lo tanto, hay investigaciones para crear dietas balanceadas y saludables para criar cerdos sanos y de forma similar (Razas Porcinas, 2019, p. 2).

La alimentación eficiente de los cerdos es uno de los métodos más importantes de la cría de cerdos, ya que de ello depende no sólo la eficiencia de la cría de los cerdos, sino también la rentabilidad de la explotación. La alimentación constituye del 80 al 85% del costo total de producción de alimentos (Campabadal, 2009, p. 20).

##### ***1.4.1. Requerimientos nutricionales en cerdos***

La evolución genética del cerdo ha cambiado los parámetros productivos de las granjas en los últimos años. La nutrición debe acompañar estos cambios según sea las necesidades actuales de las diferentes líneas genéticas con el fin de mejorar el rendimiento y ganar eficiencia. Para ellos

utilizamos una matriz nutricional de ingredientes de entrada y valores de referencia de diversos organismos como NRC, INRA, etc, que nos proporcionan información actualizada sobre las necesidades nutricionales de los cerdos a las que deben adaptarse (Germán, et al., 2018, p. 18).

Los nutrientes necesarios para una buena producción y reproducción son: agua, grasas o lípidos, carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas (Palomo, 2015, p. 44).

#### *1.4.1.1. Energía*

Los cerdos rara vez retienen más del 50% de la energía consumida, lo que sugiere un uso ineficiente de la energía alimentaria. En la mayoría de las dietas, aproximadamente entre el 80 y el 90% de la energía alimentaria se digiere y está potencialmente disponible para el animal. No toda la energía digerida (y absorbida) puede almacenarse porque el animal pierde energía en la orina (principalmente urea) y en forma de metano. Además de estas pérdidas de energía “física”, la mayor parte de la energía se pierde en forma de calor (CIAP, 2018, p. 1).

Este contenido de energía se expresa primero como energía bruta, que es la cantidad de energía producida cuando un compuesto se oxida por completo. Durante la preparación de la comida, este alimento no se tiene en cuenta, porque parte de él no es utilizado por los cerdos. La energía digerible es la energía total, incluida la energía perdida a través de las heces. También tenemos que considerar la energía perdida a través de la orina y los gases. Restando esto de la energía digerible da el valor de la energía metabolizable (EM). La energía neta (EN) es el sobrante al restar de la EM la pérdida de energía debido al aumento de calorías como resultado de los alimentos y la digestión (Pooli, 2018, p. 6).

#### *1.4.1.2. Proteína*

En la producción porcina, el contenido de proteína bruta (PB) de la dieta se puede reducir cumpliendo con los requerimientos de aminoácidos y nitrógeno total. Se ha demostrado que una reducción del 2-4% en la PB en las directrices del NRC (1998) junto con la adición de aminoácidos sintéticos aumenta la utilización de nitrógeno, reduce los costos de alimentación y la excreción de nitrógeno y promueve la salud intestinal sin afectar el rendimiento del crecimiento de los cerdos (Bacha, 2017, p. 8).

Además, algunos estudios han demostrado que una dieta baja en proteínas puede mejorar significativamente el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos monoinsaturados en el músculo de los cerdos de engorde (Wang, 2022, p. 38).

Los requerimientos de proteínas y energía son factores importantes para una composición adecuada y dependen de la edad y la genética del animal. Sin embargo, para formular una dieta precisa debemos tener en cuenta en conjunto las necesidades de proteínas, aminoácidos y energía, determinando así la proporción entre ellas (TECNews, 2021, p. 29).

#### *1.4.1.3. Minerales*

Los minerales forman la base de la dieta de todos los animales y desde la antigüedad en la historia de la producción porcina, su uso ha sido necesario para mejorar el rendimiento del crecimiento de los cerdos. Para preparar la premezcla mineral, se utiliza un equipo para crear una mezcla uniforme para satisfacer las necesidades de los animales (Pimentel, 2019, p. 17).

Hay varios factores que pueden afectar la biodisponibilidad de los minerales y puede variar mucho. Estos son algunos de los elementos clave: Macrominerales (Mg, K, P, Na, S, Ca, Cl,) que se expresan en %, g/kg o g/d., y Microminerales (Cu, Y, Se, Co, Cr, Fe, Mn, F, Zn) donde se expresan el mg/kg (ppm) o mg/d (Cepeda, 2007, p. 9).

#### *1.4.1.4. Vitaminas*

El cerdo requiere vitaminas en todas las etapas de producción, y aunque algunas sustancias hidrosolubles pueden ser sintetizadas en el intestino grueso por microorganismos y otras en las glándulas suprarrenales, como la vitamina C en forma de Ascorbato, su disponibilidad es poco conocida lo que hace necesaria su suplemento. Por lo tanto, los cerdos de producción deben consumir vitaminas diariamente a través de su dieta (Labala, 2011, p. 7).

En general, se sabe que las deficiencias de vitaminas y otros micronutrientes reducen la fuerza inmune de los cerdos y, en particular, de los lechones y perjudican las respuestas inmunes tanto innatas como adaptivas, lo que resulta en una respuesta general inadecuada del huésped a las enfermedades infecciosas e inflamatorias (Blanch, 2023, p. 4).

### ***1.4.2. Nutrimientos en la nutrición del cerdo***

La nutrición se refiere a los nutrientes que componen los alimentos e incluye la totalidad de los fenómenos involuntarios que ocurren después de ingerir alimentos, es decir, la absorción en las células del cuerpo (Campagna, 1992, p. 43).

Uno de los conceptos más importantes a conocer es el término nutrimento. Se refiere a aquellos



elementos orgánicos o inorgánicos que el cerdo necesita para su supervivencia, producción de carne y reproducción. Los nutrimentos que los cerdos necesitan de su dieta incluyen proteínas, minerales, vitaminas y energía. Algunos necesitan más; mientras que otros en menor medida; sin embargo, todos ellos son importantes y la ausencia de alguno de ellos afectará la producción porcina (Campabadal, 2009, p. 20).

#### 1.4.2.1. Agua

Los dos aspectos principales son la disponibilidad y calidad de agua. Los sólidos disueltos no son una medida precisa de la calidad del agua, pero se pueden usar para evaluar la calidad del mismo. Los sulfatos son laxantes y pueden causar diarrea, especialmente en cerdos jóvenes (NRC, 2012), con datos limitados que muestran efectos en el rendimiento. Diferentes países pueden tener diferentes estándares de calidad para el agua de los cerdos (PIC, 2016, p. 21).

**Tabla 1-2:** Consumo de agua mínimo por fase de producción

CATEGORÍA	CONSUMO DE AGUA MÍNIMO, l/d
Cerdos destetados	3
Cerdos de finalización	10
Cerdas en gestación	17
Cerdas en lactación	19
Cerdas destetadas	19
Machos	17

Fuente: (PIC, 2016, p. 22)

Realizado por: Amán, Karol 2024.

**Tabla 1-3:** Evaluación de la calidad de agua para cerdos basado en sólidos disueltos totales (NRC, 2012)

Sólidos Disueltos Totales, mg/l	Clasificación	Comentario
<1.000	Segura	Sin riesgo para los cerdos
1.000 – 2.999	Satisfactoria	Diarrea leve en cerdos no adaptados
5.000 – 6.999	Razonable	Niveles altos para animales reproductivos deben ser evitados
>7.000	No apta	Riesgo para animales reproductivos y cerdos expuestos a estrés por calor

Fuente: (PIC, 2016, p. 22)

Realizado por: Amán, Karol 2024.

#### 1.4.3. Valoración nutricional de los alimentos

El valor nutritivo de los alimentos es la cantidad de nutrientes que contiene el alimento y su disponibilidad para la digestión y el consumo por parte de los animales. En otras palabras, cuantos más y mejores sean los principios de la nutrición, mejor será su calidad y mayor su rendimiento.

El valor nutritivo depende de la especie que lo consumo, así como de su estado fisiológico y edad (Rodríguez, 2020, p. 7).

#### *1.4.3.1. Esquema de Weendy o análisis proximal*

Los análisis dentro de este grupo, conocidos como análisis proximales Weende (1865), se aplican principalmente a materiales utilizados en la formulación de dietas como fuente de proteína o energía y para alimentos preparados como controles para evaluar el cumplimiento de las especificaciones o requisitos establecidos durante el control de la formulación. Estos análisis indican la cantidad de fibra cruda, lípidos crudos, cenizas, humedad, proteína cruda (nitrógeno total), y nitrógeno extraíble en una muestra (Olvera, et al., 2018, p. 1).

#### **Humedad**

A la hora de equilibrar una ración, es importante conocer el contenido de humedad de cada elemento que la compone. También es necesario vigilar la humedad de los alimentos elaborados, ya que valores superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y valores superiores al 14% riesgo de contaminación fúngica, bacteriana y crecimiento de microorganismos no deseados. El método se basa en el secado de la muestra en el horno y la diferencia de peso entre el material seco y húmedo (Seguridad Alimentaria, 2022, p. 8).

#### **Proteína cruda**

La proteína cruda es la cantidad total de proteína contenida en un ingrediente o dieta, medida como concentración de nitrógeno (N) multiplicada por un factor de 6,25 basándose en el hecho de que se supone que la concentración de N de una molécula de proteína es del 16% ( $1/0.16=6.25$ ) (Villar, 2023, p. 11). Sin embargo, debido a que no todos los compuestos que contienen nitrógeno son proteínas, la proteína cruda se divide en dos componentes principales: Proteína verdadera; la porción de la proteína formada por aminoácidos y nitrógeno no proteico (NNP); formado a partir de ácidos nucleicos, péptidos, nitratos, urea y amoníaco (NH<sub>3</sub>) (Pérez, 2023, p. 9).

#### **Lípidos Crudos**

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias que se encuentran tanto en tejidos vegetales como animales. Se caracterizan por su relativa insolubilidad en agua y solubilidad en disolventes orgánicos como éter, cloroformo y benceno (FAO, 2016, p. 1).

#### **Fibra Cruda**

Es un residuo orgánico inflamable e insoluble que permanece después de procesar una muestra

bajo ciertas condiciones. Las condiciones más comunes son los tratamientos sucesivos con éter de petróleo, ácido sulfúrico diluido e hidróxido de sodio. Este tratamiento asegura el contenido de lignina, celulosa y hemicelulosa de la muestra. La importancia de la fibra cruda es una cuestión importante, ya que desde la década de 1970 se reconoce que se deben considerar los contenidos máximos de fibra cruda al formular dietas para especies monogástricas (Arrubla, 2017, p. 3).

### **Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)**

Se agrupan bajo un análisis detallado todos los nutrientes no evaluados por los métodos anteriores, que consisten principalmente en carbohidratos digeribles, así como vitaminas y otros compuestos orgánicos no nitrogenados solubles; dado que es el resultado de restar a 100 el porcentaje calculado de cada nutriente, cualquier error en cada cálculo afectará a la puntuación final (Olvera, et al., 2018, p. 3).

### **Cálculo**

Extracto Libre de Nitrógeno (%) = 100-

(A+B+C+D+E) Donde:

A = Contenido de humedad (%)

B = Contenido de proteína cruda (%)

C = Contenido de lípidos crudos (%)

D = Contenido de fibra cruda (%)

E = Contenido de ceniza (%)

#### ***1.4.4. Pruebas de digestibilidad***

Conocer el valor nutritivo de los alimentos para la nutrición animal es importante, y el análisis químico no es suficiente, se deben tener en cuenta los efectos de la digestión, absorción y metabolismo de los animales (Bondi, 1989, p. 52). Las pruebas de digestibilidad evalúan el porcentaje de nutrientes en una porción que es absorbida por el sistema digestivo y permanece disponible para el animal (INATEC, 2018, p. 34).

La digestibilidad es la base de los métodos de evaluación de alimentos. Por definición, es la porción del alimento consumido que no se encuentra en las heces y por tanto se absorbe en el tracto gastrointestinal (Stein, et al., 2007, p. 88).

La digestibilidad es una medida que determina la calidad de los alimentos y las materias primas utilizadas en ellos, la presencia de nutrientes incluidos en su composición, su importancia para

la salud animal. Su productividad, así como las propiedades de las heces. Sirve como apoyo en el cálculo de los requerimientos de nutrientes (Harmon, 2007, p. 30).

#### *1.4.4.1. Método de colección total de heces*

La colección total de heces (CTH) es un método confiable para medir la digestión porque incluye directamente tanto los alimentos como los animales (Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón, comparación de métodos para estimarla, 1992, p. 6). Este método consiste en medir la ingesta de una determinada ración de composición conocida y la recogida total de heces correspondientes a los alimentos consumidos, en el laboratorio se analizan muestras de material, en el caso de alimentación ad libitum, muestras de orina y heces para controlar el equilibrio de nutrientes ingeridos y excretados como base para determinar la digestibilidad y nutrientes examinados. Esto generalmente se expresa como un factor de digestión expresado como un porcentaje calculado mediante la siguiente fórmula: (Bondi, 1989, p. 55).

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = [(NI-NH)/NI] \times 100$$

Donde:

NI= Nutriente ingerido

NH=Nutriente en heces

#### *1.4.5. Digestibilidad in vitro para monogástricos*

La evaluación de la digestibilidad del nitrógeno en animales monogástricos se basa en incubaciones secuenciales con enzimas que imitan la digestión gástrica e intestinal. El uso de estas enzimas en su secuencia y entornos naturales son requisitos previos para las incubaciones in vitro (Ravindran, et al., 1999, p. 78). Sin embargo, esto puede ser posible mediante el uso de fluidos intestinales, aunque, (Bondi, 1989, p. 65) mostró que la solución de pancreatina puede reemplazar el líquido intestinal. Actualmente, existen enzimas que se utilizan en diversos métodos de digestión in vitro. No obstante, dado que la mayoría de ellos son importados, su costo es alto y no siempre están disponibles. Sería beneficioso reemplazar estas enzimas con medicamentos enzimáticos locales.

#### *1.4.6. Aditivos en la alimentación porcina*

(Labala, 2019, pág. 4), establece que se trata de sustancias o microorganismos que se añaden a la dieta en pequeñas cantidades para mejorar sus funciones y/o calidad. Tienen un efecto positivo en las propiedades de las partes o productos animales. Las siguientes categorías están separadas por sus

características y funciones:

**Aditivos nutricionales:** Aminoácidos como Treonina, Triptofano, Lisina, Vitaminas, Metionina, etc.

**Aditivos sensoriales:** restauran características organolépticas: aromas, sabores.

**Aditivos anticoccidianos:** eliminan coccidios.

**Aditivos tecnológicos:** cualquier sustancia agregada con fines tecnológicos.

**Aditivos zootécnicos:** usados para influir de manera positiva en la producción.

#### 1.4.6.1. Aditivos nutricionales

Aportan los nutrientes a la ración. Los Aminoácidos sintéticos más utilizados son la Lisina, Metionina y Treonina que permiten mantener un alto nivel de aminoácidos con un bajo nivel de proteína, respetando el concepto de proteína ideal. Los aminoácidos sintéticos como el Triptófano o la Arginina son cada vez más comunes. Las dosis según el tipo de formula y los ingredientes utilizados. Las vitaminas y los oligoelementos son otro grupo de complementos que conviene incluir en la ración en forma de premezcla. Estos permiten mejorar la calidad de la mezcla no deben estar demasiado concentrados y se recomienda la adición de un antioxidante para mantener la calidad en el tiempo (Infopork, 2012, p. 2).

**Tabla 1-4:** Recomendaciones de Vitaminas y Minerales (Aportes por Tn Alimento)

Ingredientes/unidades	Lechones	Crecimiento	Reproducción
A, UI	13x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	10x10 <sup>6</sup>
D3, UI	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>
E, g	15,00	9,00	10,00
K, g	1,50	1,00	2,00
B1, g	1,00	0,50	1,00
B2, g	5,00	4,00	4,00
B6, g	2,20	1,50	1,50
B12, g	22,00	16,00	20,00
Ac. Fólico, g	0,50	0,30	0,50
Ac. Pantoténico, g	11,00	10,00	10,00
Ac. Nicotínico, g	25,00	20,00	23,00
Cl. Colina, g	300,00	75,00	200,00
Cobre, g	165,00	165,00	10,00
Hierro, g	100,00	100,00	100,00
Manganeso, g	50,00	50,00	80,00
Selenio, g	0,22	0,22	0,22
Yodo, g	1,00	1,00	1,00
Zinc, g	110,00	110,00	110,00
Cobalto, g	0,50	0,50	0,50

Estas recomendaciones corresponden a los valores más comunes de líneas genéticas y tablas europeas como americanas.

**Fuente:** (Labala, 2019, p. 4)

**Realizado por:** Amán, Karol 2024.

#### *1.4.6.2. Aditivos zootécnicos*

Sirven para mejorar el rendimiento productivo y se clasifican en:

**Digestivos:** favorecen la digestión de los alimentos consumidos (productos con efectos antisépticos como aceites esenciales o extractos de plantas y enzimas).

**Equilibradores de flora:** microorganismos que forman colonias o sustancias que tienen un efecto específico y beneficioso sobre la flora del tubo digestivo.

**Mejoradores del desempeño productivo:** Tienen efectos positivos como los Antibióticos, Ácidos orgánicos y Antisépticos naturales (Agrocalidad, 2021, p. 208).

### **1.5. Probióticos**

Los probióticos se consideran una opción sensata para el uso de antibióticos como promotores del crecimiento en la producción porcina. Varios estudios han informado mejoras en el crecimiento y la calidad de la carne en los animales alimentados con probióticos (porciNews, 2020, p. 2).

El uso de probióticos en la alimentación porcina permite modificar la respuesta inmune y mejorar los indicadores zootécnicos de conversión alimenticia y peso vivo final; además, se puede utilizar para tratar infecciones digestivas como la diarrea, lo que tiene importantes beneficios económicos en la industria porcina. Estos suplementos son microorganismos vivos que, cuando se usan en cantidades suficientes, tienen efectos positivos en la salud del huésped (Morales, 2020, p. 14).

Entre los productos comerciales más utilizados actualmente como probióticos en la alimentación animal, existen diversas propuestas; algunos usan un solo tipo de microbio, otros usan múltiples tipos, además, existen en el mercado probióticos que se basan en bacterias, hongos, así como microorganismos formadores de esporas y no formadores de esporas (Paz, 2018, p. 21). Este tipo de productos incluyen probióticos autóctonos, es decir, los que utilizan microorganismos que forman parte de la flora nativa del tracto gastrointestinal de los animales, como bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, así como probióticos alóctonos, que son microorganismos que normalmente no están presentes en la digestión animal, es como los casos de levaduras (Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal, 2019, p. 8).

#### ***1.5.1. Uso de probióticos en la actualidad***

La crisis mundial de resistencia a los antimicrobianos ha llevado a los investigadores a analizar y desarrollar medicamentos alternativos para mantener la productividad y la salud de los

animales. Estas alternativas incluyen probióticos, prebióticos, enzimas, extractos de plantas y suplementos nutricionales (Palma, 2021, p. 1).

Para ser considerado un probiótico se debe cumplir las siguientes propiedades:

- Resistencia al ácido del estómago, la bilis y la lisozima.
- De características in vitro.
- Adherencias al epitelio intestinal.
- No presentar resistencia a antibióticos ni agentes patógenos.

### ***1.5.2. Mejores probióticos que se utiliza en la nutrición de cerdos***

Las especies más utilizadas son las bacterias del ácido láctico, como *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Streptococcus* (PorciNews, 2020, p. 8).

#### ***1.5.2.1. Lactobacillus***

Estos son los microorganismos probióticos más utilizados en la industria porcina para mejorar la eficiencia productiva y la calidad de la carne, especialmente en cerdos de engorde (Hurtado, 2020, p. 6).

#### ***1.5.2.2. Bifidobacterium***

Son bacterias implicadas en la síntesis de vitaminas, especialmente vitamina B, levaduras añadidas en el mantenimiento de la estabilidad intestinal y otras bacterias de diversos géneros que intervienen en el manejo de la integridad de la mucosa intestinal (Quiles, et al., 2019, p. 3).

Beneficios del uso de probióticos:

Promueve el crecimiento.

Maximiza el aumento de peso y ayuda a controlar la coliosis.

Mejora la conversión alimenticia.

Se utiliza para tratar enfermedades como la diarrea.

### ***1.5.3. Probiótico Lactotech***

Lactotech es un probiótico elaborado y vendido a partir de diferentes cepas de *Lactobacillus*. En 2021, Abiotec SA anunció que Nutrilac, el primer y único probiótico desarrollado y producido a nivel nacional, llegaría al Ecuador bajo nombre de Lactotech. Su principal actividad es la

elaboración de otros productos alimentarios (Abiotec SA, 2021, p. 4).

El probiótico contiene *Lactobacillus plantarum* CIDCA 83114 resistente al calor, que puede competir con las bacterias patógenas que se encuentran en la producción intensiva de cerdos. Esta propiedad, junto con la supresión de la germinación de las esporas de hongos, mejora la salud intestinal del animal. Una consecuencia directa de una mayor prosperidad son las tasas de conversión más altas (Biolab SA, 2021, p. 5).

**Tabla 1-5:** Ficha técnica del probiótico Lactotech

<b>Composición</b>	
<b>Cepa Probiótica</b>	<b>UFC/ gramo</b>
<i>Lactobacillus plantarum</i> CIDCA 83114 termoresistente	mayor a 1.000.000*
<b>Excipiente:</b>	
Lactosa	mayor a 99%

Fuente: (Abiotec SA, 2021, p. 4)

Realizado por: Amán K., 2024.

## 1.6. Microbiología de las heces del cerdo

El estiércol de cerdo es principalmente una mezcla de orina y heces, que contiene componentes alimentarios no digeribles, productos finales de la digestión corporal y bacterias intestinales (Canudas, 2018, p. 2).

Tanto el estiércol unido al suelo y el estiércol almacenado producen gases. Si no se utiliza un tratamiento aeróbico especial, el estiércol almacenado con la orina y los alimentos se someterá a una digestión anaeróbica y producirá al menos 40 gases y vapores diferentes, la mayoría de los cuales son tóxicos o irritantes (Miranda, 2018, p. 6).

Esto crea un olor característico de los cerdos. Los polvos inhalables del estiércol seco, los alimentos, la caspa de los animales y el pelo de la piel dañan el sistema respiratorio. Además, animales y personas murieron como consecuencia de la falla del sistema de ventilación junto con grandes cantidades de gases tóxicos (sulfuro de hidrógeno) o asfixiantes (dióxido de carbono). Se producen más de 150 gases diferentes como subproductos, pero los mayores problemas de salud vienen del sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de carbono y metano (Caicedo, 2016, p. 15).

El Amoniaco ( $\text{NH}_3$ ) es un gas tóxico que irrita las vías respiratorias en concentraciones superiores a 15 ppm (Mesa, et al., 2018, p. 17). Sin embargo, (Miranda, 2018, p. 10) recomienda una concentración



máxima de 7 ppm para NH<sub>3</sub>. El sulfuro de hidrógeno es un gas irritante y asfixiante que tiene un efecto tóxico sobre el sistema nervioso, provocando inconsciencia y muerte por asfixia.

## **1.7. Parámetros productivos**

### **1.7.1. Ganancia de peso**

Fisiológicamente, el aumento de peso es la acumulación de proteínas, grasas y agua a lo largo del tiempo. La cantidad de proteína animal aumenta en proporción al peso del animal, incluso en condiciones cambiantes de alimentación animal. En cambio, la cantidad de grasa es muy diferente. Los biotipos grandes acumulan más proteínas y menos grasas que los animales jóvenes y, por lo tanto, son más difíciles de consumir. La cantidad de grasa, dentro de un biotipo, incrementa con la tasa de aumento de peso, la edad y es superior en hembras que en machos (Marco, 2007, p. 15).

### **1.7.2. Conversión alimenticia**

La Conversión Alimenticia es un indicador de producción muy importante en la cría de cerdos. Ésta es la conexión entre la ingesta de alimentos y el aumento de peso de los cerdos durante un período de tiempo que puede ser semanal, mensual, anual o incremental. Esto explica de forma muy sencilla cuántas libras o kilogramos de pienso consume un cerdo para producir una libra o kilogramo de peso vivo (Castellanos, 2017, p. 6).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del proyecto

La presente investigación se realizará en la Granja NOVAPORK, ubicada en el km 12 vía Quito, sector el peaje en la parroquia San José de Alluriquín del cantón Santo Domingo, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas. El tiempo de duración de la investigación fue de 60 días. En la siguiente tabla (2-1) muestra los detalles de las condiciones climáticas en el área en la que se desarrolló la investigación.

**Tabla 2-1:** Condiciones meteorológicas de la zona

Parámetros	Valores
Temperatura, °C	12 – 24
Altitud, m.s.n.m.	739
Humedad relativa, %	94
Presión atmosférica, hPa	1023

Fuente: Meteosolana, 2022

Realizado por: Amán, Karol 2024.

#### 2.2. Unidades experimentales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 50 cerdos, 25 machos y 25 hembras de la raza mejorada TN60xDuroc de 120 días de edad, se distribuyeron al azar, los animales del tratamiento control pesaron 75,56 kg en tanto, del tratamiento control más probiótico registraron pesos promedio 82,28 kg.

#### 2.3. Materiales, equipos e instalaciones

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en el trabajo de campo se detallan a continuación:

##### 2.3.1. *Materiales*

- Botas
- Uniforme de la granja
- Registros
- Aretes

- Comederos y bebederos

### 2.3.2. *Insumos*

- Alimento (balanceado)
- Probiótico

### 2.3.3. *Equipos*

- Equipo de computadora
- Cámara fotográfica
- Equipos de limpieza y desinfección
- Balanza

### 2.3.4. *Semovientes*

- Se utilizaron 50 cerdos de cruce TN60 x Duroc

### 2.3.5. *Instalaciones*

- Instalaciones de la granja porcina Novapork

## 2.4. **Tratamientos y diseño experimental**

Los tratamientos del presente estudio están constituidos por un tratamiento con dieta base y otro tratamiento con dieta base más probiótico Lactotech. Al tratarse de un experimento de respuesta animal basado en las recomendaciones de la casa comercial no se aplicó modelos o diseños de experimento, el cual se aplicó la técnica estadística T-Student descrita por William S. Gosset en 1908 bajo la siguiente fórmula:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

**X:** media de la distribución de los datos

**μ:** media de la población

**n:** tamaño de la muestra

**s:** error estándar de la muestra

### 2.4.1. Esquema del experimento

En la tabla 2-2, se detalla el esquema del experimento en cerdos alimentados con balanceado y probiótico Lactotech en la etapa de engorde.

**Tabla 2-2:** Esquema del experimento

Tratamiento	Dosis	Días	Cerdos/Tratamiento
<b>LACTOTECH</b>			
T1: dieta base		120 a 170 días (50 días)	25
T2: dieta base más probiótico (LACTOTECH)	500 g/tonelada de alimento recomendado por la casa comercial.	120 a 170 días (50 días)	25
<b>TOTAL</b>			50

Realizado por: Amán, Karol 2024.

### 2.5. Mediciones experimentales

Los parámetros productivos que se tomaron en cuenta para medir son:

- Consumo diario de alimento, kg
- Consumo en materia seca, kg
- Digestibilidad de materia seca, orgánica in vitro, %
- Ganancia diaria de peso, kg
- Conversión alimenticia, kg
- Peso inicial, kg
- Peso final, kg
- Bacterias gram positivas, UFC/ml
- Beneficio costo

### 2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados obtenidos en la presente investigación se tabularon en el programa Excel Office 2016. La técnica estadística analizada fue:

- Estadística descriptiva
- T-Student a una probabilidad < 0,5

## 2.7. Procedimiento experimental

### 2.7.1. Descripción del experimento

El procedimiento se dará a conocer a continuación:

- Selección de 25 machos y 25 hembras, los animales del tratamiento control pesaron 75,56 kg en tanto, del tratamiento control más probiótico registraron pesos promedio 82,28 kg.
- Los animales se alojaron en dos corrales con su respectiva identificación.
- El suministro de alimento: Para el tratamiento control se suministró una fórmula balanceada hecha en la misma granja; Tratamiento control más probiótico: fórmula balanceada hecha en la misma granja más probiótico según la recomendación de la casa comercial.
- El agua se suministró ad libitum.
- Los pesos de los semovientes se registraron cada semana.
- Registro de peso final de los animales.
- Recolección de heces para los análisis microbiológicos.

## 2.8. Programa sanitario

El programa sanitario que se usó dentro de la investigación fue:

- Previo al ingreso de los animales se realizó una limpieza y desinfección de todas las instalaciones incluido suelo, piso y paredes.
- La recolección de las heces de los corrales se lo realizó diario y limpieza de esta cada 8 días.
- Colocación de un pediluvio con cal y otro con agua con cloro, al ingreso del galpón como medida de bioseguridad.
- Aplicación de vitaminas a todos los animales antes de los registros de pesos con el fin de evitar que se estresen.
- El baño de los animales se lo realizó cada 15 días.

**Tabla 2-3:** Composición química del alimento

Requerimientos nutricionales de cerdos, TN60 x Duroc	Tratamientos	
	T1	T2
Consumo de alimento esperado, kg/día	3,110	3,110
Energía Metabolizable, Kcal/día	10.185	10.185
Proteína, g/día	404,300	404,300
Ca, g/día	15,550	15,550
P, g/día	12,440	12,440

**Fuente:** Datos reservados de la Granja Novapork, 2023

**Realizado por:** Amán, Karol 2024.

## **2.9. Programa de alimentación**

El programa de alimentación que se usó dentro de la investigación fue:

- El suministro de alimento: Para el tratamiento control se suministró una fórmula balanceada hecha en la misma granja; Tratamiento control más probiótico: fórmula balanceada hecha en la misma granja más probiótico según la recomendación de la casa comercial.
- El agua se suministró ad libitum. En la tabla 2-3 se detalla la composición química del alimento.

## **2.10. Metodología de evaluación**

### ***2.10.1. Peso inicial, kg***

El peso inicial se realizó de manera individual, después de la primera semana de adaptación, utilizando una balanza de pesaje animal (balanza WAS modelo Meier- Brakenberg cap. 75 kg,  $\pm 0,5$ ), tomando en cuenta todos los cuidados técnicos prácticos y anotando en los registros respectivos.

### ***2.10.2. Peso final, kg***

El peso final se obtuvo una vez finalizada la etapa de experimentación y fue registrada adecuadamente en la libreta de datos.

### ***2.10.3. Ganancia de peso, kg***

Este parámetro se obtuvo entre la diferencia entre el peso final menos el peso inicial.

**Ganancia de peso (Kg) =** Peso final (Kg)-peso inicial (Kg) (Tlaxcala, 2016, p. 4)

### ***2.10.4. Consumo diario de alimento, kg***

Dentro del consumo diario de alimento se suministraba 1 saco de 40kg; los cuales el grupo de cerdos alimentados con dieta control consumían en promedio 2,31 kg/animal/día y el grupo de cerdos alimentados con probiótico 2,67 kg/animal/día.

### **2.10.5. Consumo en materia seca, CMS**

Para el suministro de alimento expresado en base seca, se tomó en consideración el dato de determinación del porcentaje de materia seca del alimento. El porcentaje de materia seca se determinó basado en la técnica de análisis proximal de los alimentos en el laboratorio de Nutrición animal y Bromatología FCP, así:

$$\%MS = [(\text{peso inicial} - \text{peso seco}) / \text{peso inicial}] \text{ (Block, 2016, pág. 3)}$$

### **2.10.6. Conversión alimenticia, kg**

La conversión alimenticia se calcula por la relación entre el consumo total de alimento y la ganancia de peso, durante la etapa de experimentación.

$$C. A = \frac{\text{Consumo de alimento}(kg)}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}} = \frac{\text{Kg alimento}}{\text{Ganancia Peso}} = \text{kg alim por 1 kg peso}$$

(Águila, 2020, p. 5)

### **2.10.7. Digestibilidad de materia seca y materia orgánica in vitro**

Para determinar la digestibilidad se utilizó la técnica in vitro de la pepsina pancreatina, los resultados obtenidos fueron procesados para tener la digestibilidad in vitro de la materia seca y digestibilidad in vitro de la materia orgánica. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal. Se utilizó la fórmula de la digestibilidad detallada a continuación:

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = [(NI - NH) / NI] \times 100$$

Donde:

NI= Nutriente ingerido

NH=Nutriente en heces

(Bondi, 1989, pág. 55).

### **2.10.8. Bacterias Gram positivas, UFC/ml**

Para determinar las bacterias gram positivas se utilizó la técnica Agar Sangre y MRS, estos análisis se realizaron en el Laboratorio de Biotecnología Animal utilizando, además la técnica

Tinción Gram y observación en el microscopio obteniendo datos calculados con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\sum C}{\{(1x n_2) + (0,1x n_2)\} x d}$$

Donde:

N: es el número de colonias

$\sum$ : suma de todas las colonias en todas las cajas contadas

$n_2$ : es el número de cajas en la primera y segunda dilución contada

d: es la dilución de la cual se obtiene el primer conteo (Belmar, 2018, p. 18)

### **2.10.9. Beneficio costo**

El Beneficio/Costo como indicador de la rentabilidad se estimó mediante la relación de los ingresos totales para los egresos totales realizados en cada una de las unidades experimentales, determinándose por cada dólar gastado.

$$\text{Beneficio/costo} = \text{Ingresos totales \$} / \text{Egresos totales \$} \text{ (Gestiopolis, 2015, p. 2)}$$



## CAPÍTULO III

### 3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Composición Química y pruebas de digestión de la dieta control y de la dieta base más probiótico

##### 3.1.1. Composición Química de las dietas experimentales

Con respecto al aporte de la composición química de las dietas se puede mencionar que, al tratarse de la misma dieta base el aporte de proteína, energía metabolizable, fibra y extracto etéreo son similares. La única variación del experimento con el tratamiento 2 (dieta control más probiótico).

**Tabla 3-1:** Composición Química de las dietas experimentales

Nutrientes	Tratamientos	
	T1	T2
Energía Metabolizable, Kcal/kg	3230	3230
Proteína, %	16,80	16,80
Fibra, %	2,51	2,51
Extracto Etéreo, %	4,09	4,09

Fuente: Datos reservados de la Granja Novapork, 2023

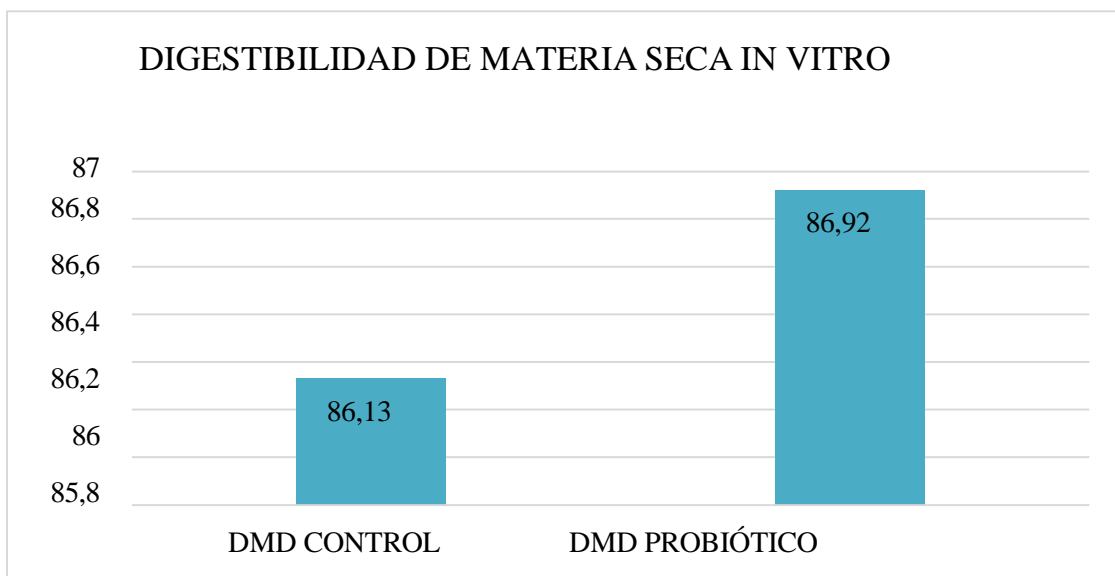
Realizado por: Amán, Karol 2024.

Según (Shimada, 2009, p. 11) la composición química del alimento en cerdos de engorde con pesos entre los 50-110 kg tiene como energía metabolizable 3275 kcal/kg, y proteína cruda de 13%.

##### 3.1.2. Digestión de la dieta control y dieta base más probiótico

###### 3.1.2.1. Digestibilidad de materia seca In vitro (DMSIV)

La variable digestibilidad de materia seca In vitro de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico, presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por lo cual el tratamiento control se obtuvo una digestibilidad de materia seca in vitro de 86,13% y para el tratamiento probiótico de 86,92% respectivamente, teniendo en cuenta que la digestibilidad en cerdos según su teoría es de 86%. (Ilustración 3-1).



**Ilustración 3-1:** Digestibilidad de la materia seca in vitro en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

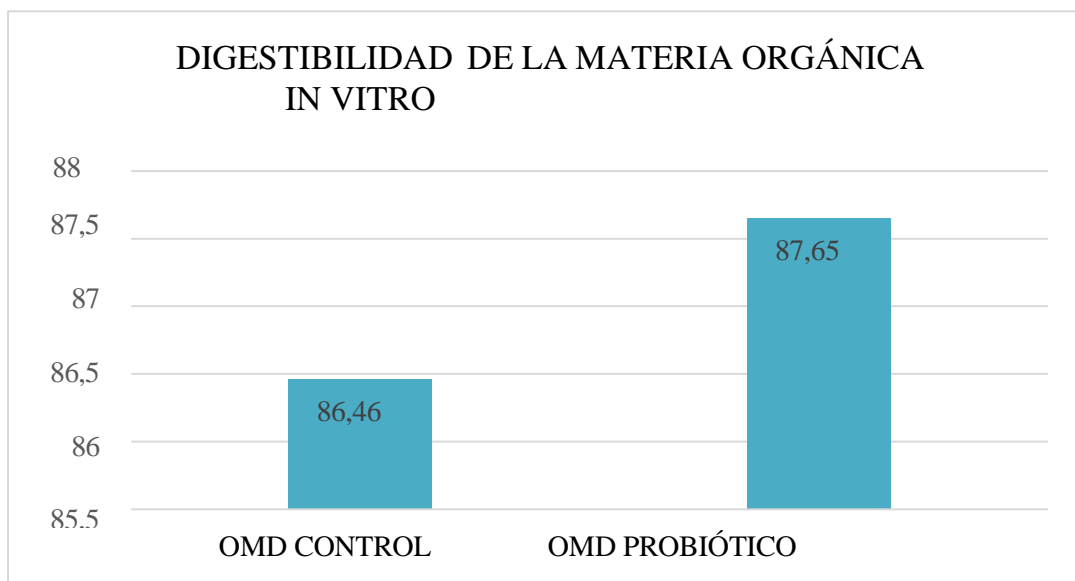
**Realizado por:** Amán K., 2023.

Según (Asitimbay, 2019, p. 16) la digestibilidad de la MS de los tratamientos fue: T1(95,24%), T2 (94,68%), T3 (94,33%). Los coeficientes de digestibilidad de la MS obtuvieron diferencias significativas al ( $P < 0,05$ ) entre los tres tratamientos, donde difiere el grupo control de los tratamientos con inclusión de Sacha inchi al 10 y 20 %.

Pero (Gonzales, 2021, p. 20) la digestibilidad de la MS de los tratamientos fue: T0 (86,23%), T1 (85,21%), T2 (84,18%). Los coeficientes de digestibilidad de la MS obtuvieron diferencias significativas al ( $P < 0,05$ ) entre los tres tratamientos, donde difiere el grupo control de los tratamientos utilizados un probiótico natural en cerdos de la raza Landrace.

### 3.1.2.2. Digestibilidad de la materia orgánica In vitro (DMOIV)

La variable digestibilidad de materia orgánica in vitro de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico, presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por lo cual el tratamiento control obtuvo una digestibilidad de la materia orgánica in vitro de 86,46% y 87,65% para el tratamiento probiótico. (Ilustración 3-2).



**Ilustración 3-2:** Digestibilidad de la materia orgánica in vitro en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

**Realizado por:** Amán K., 2023.

En cambio, (Asitimbay, 2019, p. 17) menciona que en la materia orgánica no existe diferencia significativa en los tres tratamientos T1(99,86%), T2 (99,88%), T3 (99,80%) por lo que presenta un alto coeficiente de digestibilidad cercano al 100%, por lo que los cerdos criollos demuestran tener una alta digestibilidad ya que son animales rústicos y tiene la facilidad de digerir cualquier tipo de alimento que se les suministre en su dieta alimenticia teniendo en cuenta la inclusión de Sacha inchi al 10 y 20%.

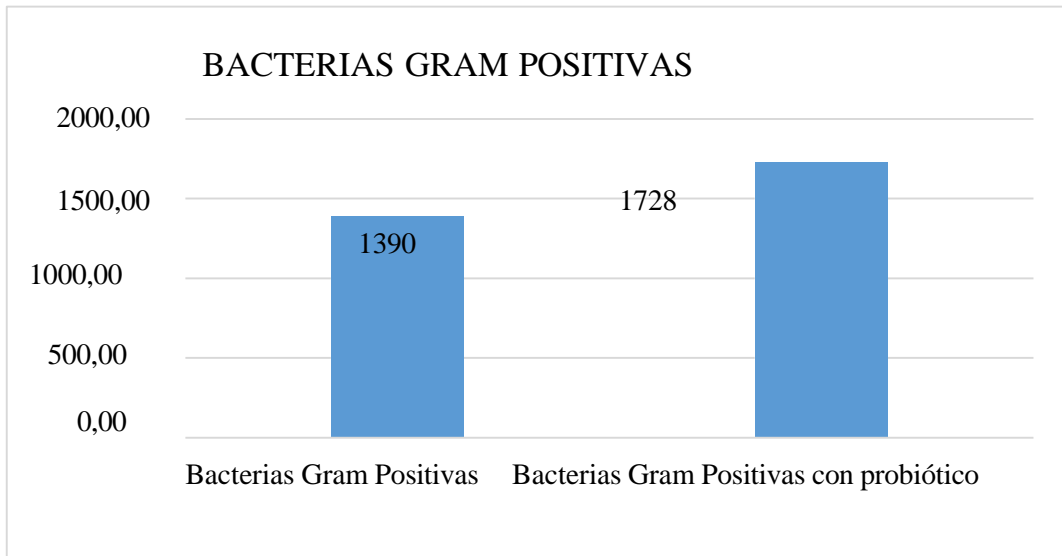
Pero (Peñañiel, 2020, p. 19) la digestibilidad de la materia orgánica de los tratamientos fue: T1 (84,03%), T2 (84,34%), T3 (85,48%), T4 (85,21%). Los coeficientes de digestibilidad de la MO obtuvieron diferencias significativas al ( $P < 0,05$ ) entre los cuatro tratamientos, donde difiere el grupo control de los tratamientos utilizados un probiótico en alimento peletizado en cerdos de la raza Landrace.

### **3.2. Análisis microbiológico de muestras de heces de los animales tratados con la dieta base y la dieta base más probiótico**

#### **3.2.1. Bacterias gram positivas, UFC/ml**

La variable bacterias gram positivas en los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico, presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por lo cual el tratamiento control obtuvo 1390 UFC/ml y el tratamiento probiótico de 1728 UFC/ml, podemos observar que se

encontraron más bacterias gram positivas al usar probiótico, (Ilustración 3-3).



**Ilustración 3-3:** Bacterias gram positivas en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

Realizado por: Amán K., 2023.

Por lo contrario, para (Godoy Valdiviezo, 2023, p. 45) los valores registrados de BAL (bacterias ácido lácticas) a los 21 días mostraron el valor más bajo con 6896 UFC/g y no presentaron diferencia estadística alguna con los valores determinados a los 14 días, que fue de 46875 UFC/g. Los valores más altos se observaron a los días 7 con 226187 UFC/g, y el día 0 con 22500 UFC/g, no observándose diferencias estadísticas entre estos dos últimos períodos.

### 3.3. Parámetros productivos de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico

Los resultados obtenidos después de haber realizado los distintos análisis estadísticos se muestran a continuación en la tabla 3-2.

**Tabla 3-2:** Parámetros productivos de los cerdos alimentados con dieta control y dieta control más probiótico

Variable	Media	Varianza	Estadístico T	Prob.	Sig.
Peso Inicial control, kg	75,564	18,2681	-4,542	0,001	**
Peso Inicial (CPRO), kg	82,280	119,179		0,001	**
Peso Final control, kg	107,771	67,997	-4,945	0,001	**
Peso Final (CPRO), kg	117,386	240,368		0,001	**
Consumo alimento TCO control, kg	2,520	1,8488E-30	65535	0,001	.....
Consumo alimento TCO	2,930	8,217E-31		0,001	.....

(CPRO), kg						
Consumo de alimento	2,310	8,217E-31	-132325339	0,001	**	
Materia Seca control, kg						
Consumo de alimento	2,670	1,848E-30		0,001	**	
Materia Seca (CPRO), kg						
Ganancia peso día control,	1,170	0,0248	4,181	0,001	**	
Kg						
Ganancia peso día (CPRO),	1,073	0,019		0,001	**	
Kg						
Conversión alimenticia	2,006	0,075	-12,426	0,001	**	
control, kg						
Conversión alimenticia	2,524	0,106		0,001	**	
(CPRO), kg						

**Prob.** = Probabilidad; **Sig.** = Significancia. Prob.  $\leq 0,05$ : Existen diferencias altamente significativas. Prob.  $\geq 0,01$ : No existen diferencias estadísticas; Prob.  $\leq 0,01$ : Existen diferencias altamente significativas. \*\*: significativo.

CPRO: Control más probiótico

Realizado por: Amán, Karol 2024.

### 3.3.1. *Peso inicial, kg*

El peso promedio de los cerdos que se utilizaron para la investigación fue de 75,56 kg (T1) y 82,28 kg (T2). De esta manera se inició la experimentación con pesos al azar que numéricamente se denota una diferencia entre los tratamientos, sin embargo la desviación estándar para el tratamiento control es  $\pm 4,27$  y  $\pm 10,92$  para el tratamiento con probiótico, corroborando que el muestreo de los animales tuvo un coeficiente de variación de 13,27 y 5,66% lo que guarda aceptación estadística debido a que estos porcentajes están por debajo del 15% de CV máximos aceptados. (Ilustración 3-4).

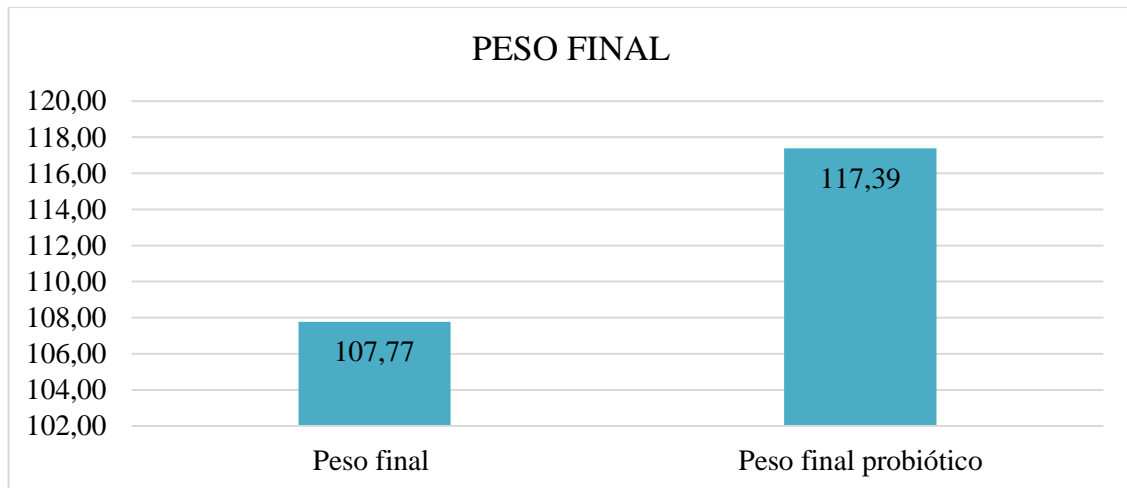


**Ilustración 3-4:** Peso inicial de cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

Realizado por: Amán, Karol 2024.

### 3.3.2. *Peso final, kg*

Al analizar la variable peso final, (kg) de los cerdos, podemos manifestar que presentó diferencias altamente significativas entre los dos tratamientos en estudio ( $P < 0,05$ ), el mejor peso final de los animales se registró en el tratamiento control más probiótico (T2) con 117,39 kg y en el tratamiento control (T1) con un peso final de 107,77 kg; teniendo en cuenta que el error estándar para el tratamiento control es de  $\pm 1,65$  y  $\pm 3,10$  para tratamiento con probiótico (ilustración 3-5).



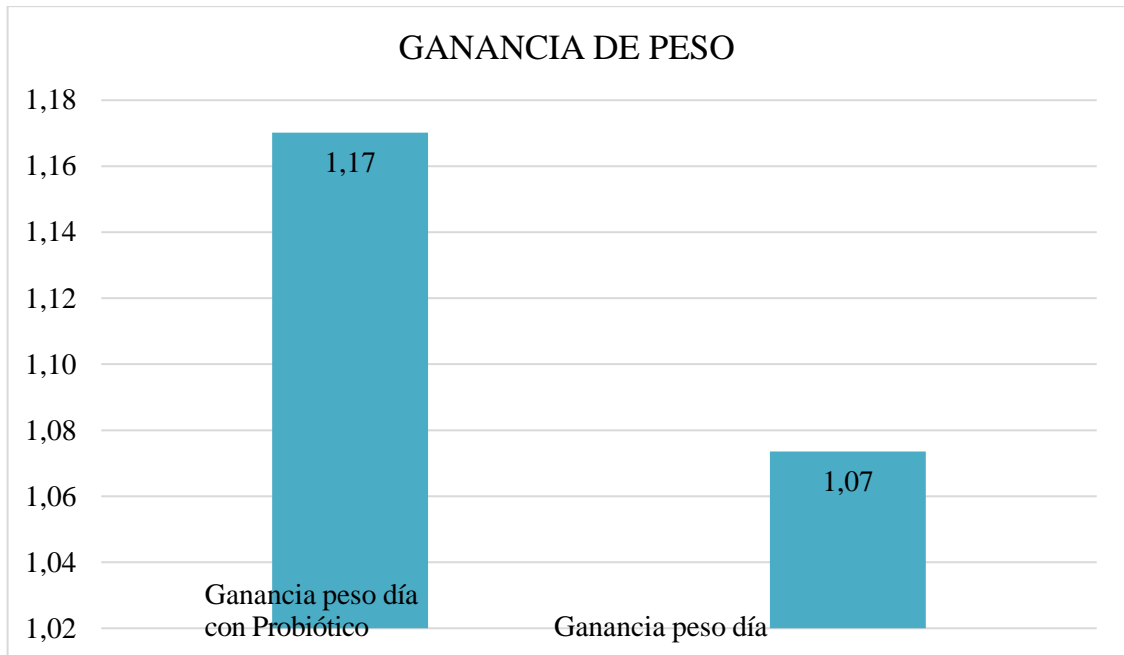
**Ilustración 3-5:** Peso final de los cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico.

**Realizado por:** Amán, Karol 2024.

Ante esto (Villacres, 2019., p. 66) al analizar la variable peso final de cerdos York\*Landrace a los que se les administró un probiótico natural y diferentes cantidades de soluto, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, alcanzando un peso máximo de 57,38 kg en el T1 (50% de soluto), superior al tratamiento T2 (60% de soluto), con 51,15 kg; seguido por el T3 (70% de soluto), con 47,80 kg y finalmente el T0 (0% de soluto).

### 3.3.3. *Ganancia de peso diario, kg*

Al estudiar la variable ganancia de peso diario de los cerdos, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), en el T2 se presentó mayor ganancia de peso con 1,17 kg y una menor ganancia de peso en el T1 con 1,07 kg presentando un error estándar de  $\pm 0,03$  para ambos tratamientos.



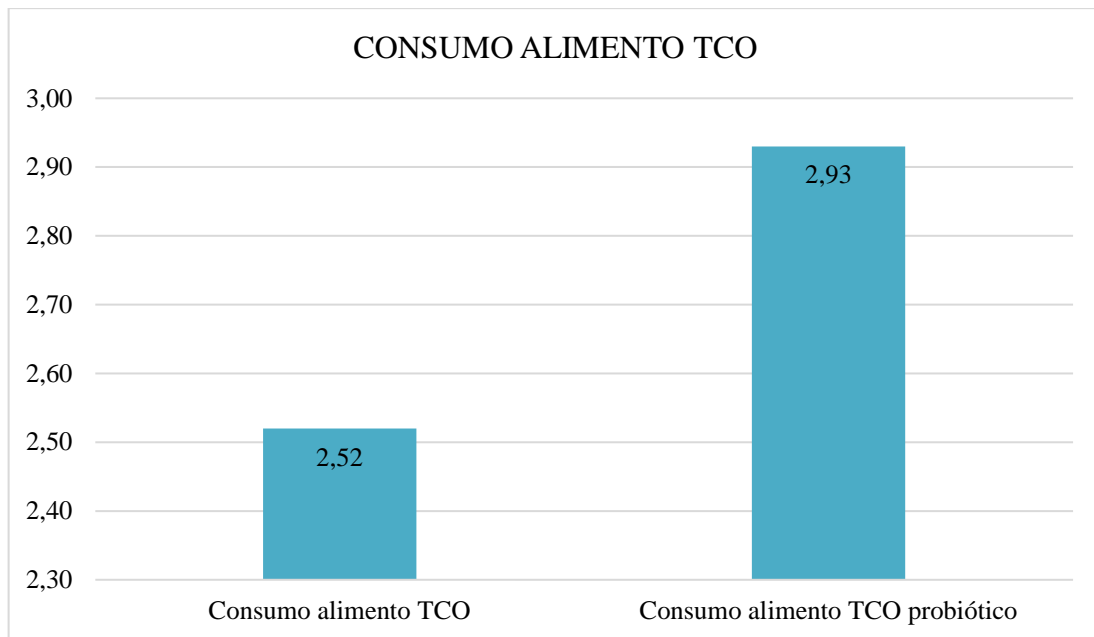
**Ilustración 3-6:** Ganancia de peso diario en los cerdos tratados con dieta base y dieta base más probiótico

**Realizado por:** Amán, Karol 2024.

El valor de  $p < 0,001$  por tanto  $p < 0,05$  que confirma que hay diferencias significativas entre el grupo tratamiento y el grupo control, con una significancia del 95%. (Fernando & Cortes, 2019, p. 30) Con respecto a la ganancia diaria en gramos promedio por cerdo, encontraron que la media de ganancia de peso con probióticos es de  $13,530 \pm 2,6878$  y para la media sin probióticos de  $9,469 \pm 2,8596$ . La ganancia de peso-gramo-día fue de 422,81gr para el grupo con probióticos y 295,62 para el control.

### 3.3.4. Consumo diario de alimento, kg

Al evaluar el consumo diario de alimento en los cerdos, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), el promedio de consumo diario de alimento en el tratamiento T1 (dieta base) es de 2,52 kg que a la semana se tuvo de 12,6 kg y el consumo diario de alimento en el tratamiento T2 (dieta base más probiótico) es de 2,93 kg que de igual manera a la semana fue de 14,65 kg. El consumo de los dos tratamientos se detalla en el (ilustración 3-7).



**Ilustración 3-7:** Consumo diario de alimento, kg en los cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

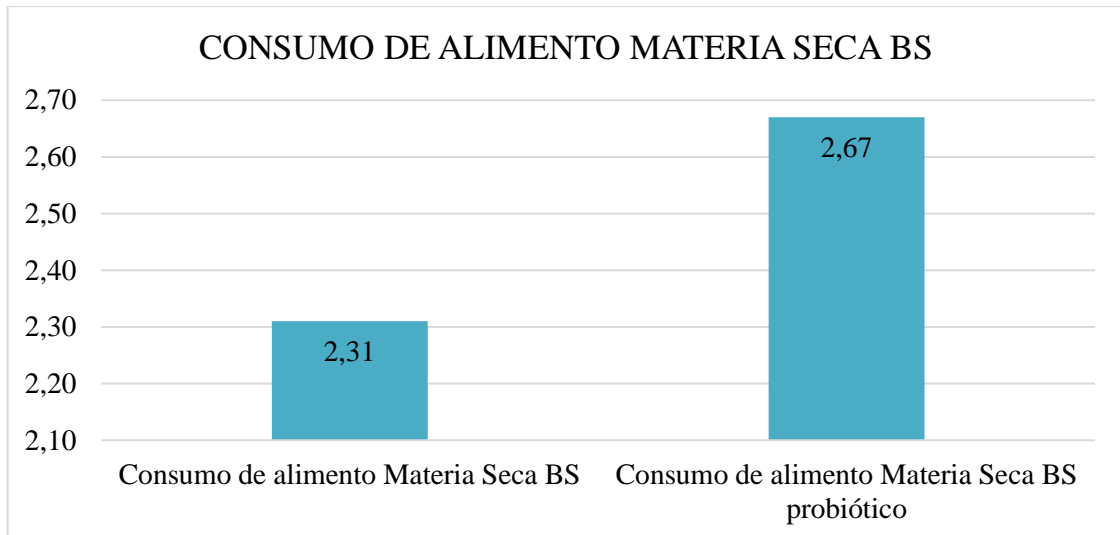
**Realizado por:** Amán, Karol 2024.

Según el análisis de varianza por la prueba de Tukey, para el autor (Palma, 2023, p. 32) no se registró significancia estadística ( $p > 0,05$ ), pero numéricamente hablando el T2 incrementó un consumo en la semana 1 a la semana 4 siendo el consumo de (10,35; 10,45; 13,95; 13,97) posicionándose en el tratamiento que mejor consumo de alimento obtuvo; seguido por el T1 con un consumo de (10,20; 10,42; 13,95; 13,95) y el T0 que fue el que menor consumo de alimento se registró un consumo de (10,34; 10,33; 13,92; 13,94).

### 3.3.5. Consumo en materia seca, CMS

Al evaluar el consumo en materia seca en los cerdos, presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), el promedio de consumo diario de alimento en el tratamiento T1 (dieta base) es de 2,31 kg y el consumo diario de alimento en el tratamiento T2 (dieta base más probiótico) es de 2,67 kg. Además, el error estándar para el tratamiento control es de  $\pm 0,13$  y  $\pm 0,10$  para el tratamiento probiótico. El consumo de los dos tratamientos se detalla en el (ilustración 3-8).



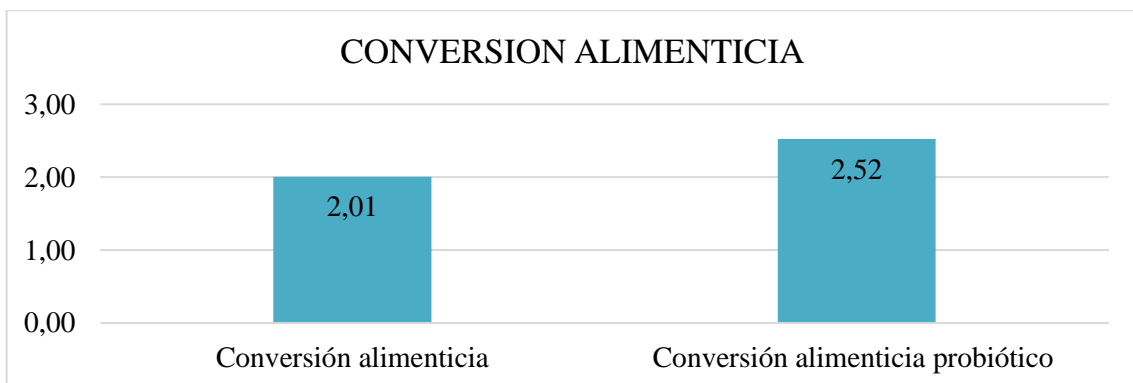


**Ilustración 3-8:** Consumo de alimento materia seca en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

Realizado por: Amán, Karol 2024.

### 3.3.6. Conversión alimenticia, kg

La variable conversión alimenticia, kg de los cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico, presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), por lo cual en el tratamiento control se obtuvo 2,01 kg y en el tratamiento probiótico de 2,52 kg y un error estándar de  $\pm 0,05$  para el tratamiento control y para el tratamiento probiótico de  $\pm 0,07$  que se detallan en el (ilustración 3-9).



**Ilustración 3-9:** Conversión alimenticia en cerdos alimentados con dieta base y dieta base más probiótico

Realizado por: Amán, Karol 2024.

Según el análisis de varianza con la prueba de Tukey, (Palma, 2023, p. 32) no registró significancia estadística ( $p > 0,05$ ) dentro de su investigación, pero numéricamente hablando el T0 arrojó los resultados con menor valor en la conversión alimenticia para obtener una unidad de ganancia de peso con los siguientes valores (3,46; 3,60; 3,41; 3,39), seguido de T1 con valores de (3,36; 3,48;

3,44; 3,50) a comparación del T2 que se utilizó mayor cantidad de alimento para producir una unidad de ganancia de peso, con valores de (3,62; 3,33; 3,55; 3,57).

### **3.4. Beneficio Costo**

Al realizar la valoración de probiótico (lactotech) en el rendimiento productivo de cerdos en la etapa de finalización, se reportó que los egresos producidos por la alimentación de los cerdos, insumos de limpieza, instalaciones, servicios e insumos veterinarios fue de 7659,45 USD para el tratamiento control y para el tratamiento probiótico de 8290,91 USD; así como también los ingresos producto de la venta de los cerdos fue de 10990,52 USD para el tratamiento control y 12456,91 USD para el tratamiento probiótico resultando ser el mejor tratamiento de esta investigación, es decir que por cada dólar invertido se recupera el 50% de rentabilidad; este análisis se detalla en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Relación de beneficio y costo entre los tratamientos de estudio

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TRATAMIENTO CONTROL	TRATAMIENTO PROBIÓTICO
Cerdos	unidad	50	1,2	25	25
Peso Inicial C	kilogramos	75,56	2,65	4998,29	
Peso Final C	kilogramos	107,77			
Incremento de peso C	kilogramos	32,21			
Peso Inicial P	kilogramos	82,28	2,65		5442,82
Peso Final P	kilogramos	117,39			
Incremento de peso P	kilogramos	35,11			
Consumo/animal Inicial	kilogramos	2,31	0,65	1,50	
Consumo Inicial en los 30 días	kilogramos	1732,5	0,65	1126,13	
Consumo/animal Final	kilogramos	2,67	0,65		1,74
Consumo Final en los 30 días	kilogramos	2002,5	0,65		1301,63
USD probiótico	kilogramos	1,12	11,2		11,2
Número de sacos	unidad	56	26		
<b>Insumos de Limpieza</b>					
Guantes de latex	unidad	6	0,25	1,5	1,5
Suelta de heces	unidad	6	0,2	1,2	1,2
Mano de obra	horas	4	11,25	675	675
<b>Instalaciones y servicios</b>				680	680
<b>Insumos veterinarios</b>					
Cefaspur	frasco 100ml	4	23,95	47,90	47,90
Nuflor	frasco 250ml	4	37,8	75,60	75,60
Histamin	frasco 50ml	4	12,75	25,50	25,50
Roborante	frasco 250ml	4	10,85	21,70	21,70
	100				
Caja de agujas	unidades	1	3,5	1,75	1,75
	100				
Caja de jeringas	unidades	1	6,75	3,38	3,38
<b>TOTAL EGRESOS</b>	dólares		152,39	7659,45	8290,91
Venta de cerdos	unidad			10990,52	12456,91
<b>B/C</b>				1,43	1,50

Realizado por: Amán K., 2024.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- La composición química de las dietas experimentales fue muy similar con la única variante en el tratamiento 2 que al balanceado se añadió el probiótico (500g/tn). Las dos variables nutritivas de mayor importancia fue energía metabolizable 3230 Kcal/kg y proteína 16,80% para cada uno de los tratamientos.
- La inclusión del probiótico sobre la dieta base en el tratamiento 2 (tratamiento control más probiótico) tuvo un efecto positivo en peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia sobre el tratamiento control. Cabe resaltar que la ganancia de peso por día fue para el tratamiento control más probiótico de 1,17 kg al igual que la conversión alimenticia de 2,52; datos que al comparar con el tratamiento control fueron los mejores.
- La mejora de la digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica con el tratamiento control más probiótico fueron ligeramente superiores a los resultados del tratamiento control. Digestibilidad in vitro de la materia seca del tratamiento control más probiótico fue de 86,92% y de materia orgánica 87,64%.
- Al realizar el análisis microbiológico de muestras de las heces de los animales tratados con dieta control y dieta control más probiótico se evidenció presencia de bacterias gram positivas en ambos tratamientos y que no presentó salmonella en los mismos; evidenciando así que se tuvo una correcta higiene y manipulación de las muestras de heces para el análisis microbiológico. Generando así mejores resultados en el tratamiento control más probiótico de 1728 UFC/ml.
- Dentro de los tratamientos que se experimentó decimos que, en el tratamiento control por cada dólar invertido se recupera 43% de rentabilidad y para el tratamiento control más probiótico se recupera un 50% de rentabilidad. Por lo cual al usar el probiótico en el alimento generamos más ganancia y en menos tiempo que al usar solo la dieta control.

## **4.2. Recomendaciones**

- Estos resultados preliminares del uso del probiótico Lactotech en la alimentación de cerdos en la etapa de finalización tuvo resultados muy positivos con los cuales se puede extrapolar sugerencias a pequeños y medianos productores en su uso por el desempeño de mejora en variables productivas y de salud intestinal.
- Para conseguir seguridad en resultados científicos y técnicos sobre la inclusión del probiótico en modelos de producción de cerdos en sus diferentes etapas, se recomienda continuar con estudios de este probiótico en niveles más altos sobre los recomendados por la casa comercial.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ASITIMBAY OÑA, Dennice Magaly.** *Digestibilidad aparente de nutrientes del Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en cerdos criollos de ceiba.* Ecuador-Puyo, 2019. Tesis Web.
2. **ASPE.** Comunidad Profesional Porcina. *Comunidad Profesional Porcina.* [En línea] 3tres3, 22 de Agosto de 2022. [Citado el: 19 de Marzo de 2023.] [https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/evolucion-del-sector-porcino-ecuadoriano\\_14328/#:~:text=Precisamente%2C%20de%20acuerdo%20con%20la,'528.900%20cabezas%20\(cb\)...](https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/evolucion-del-sector-porcino-ecuadoriano_14328/#:~:text=Precisamente%2C%20de%20acuerdo%20con%20la,'528.900%20cabezas%20(cb)...) ISSN.
3. **BONDI, Aron.** *Producción animal, Ciencias veterinarias, Nutrición y alimentación animal, Nutrición y alimentación.* España : s.n., 1989. ISBN 978-84-200-0662-8.
4. **CAMPABADAL, Carlos.** Alimentación de cerdos de mercado. [aut. libro] Dr Carlos Campabadal PhD. *Guía Técnica para Alimentación de Cerdos.* Costa Rica : Imprenta Nacional, 2009.
5. **CANUDAS, Merced.** Estudio del ecosistema bacteriano del tracto digestivo del cerdo mediante técnicas moleculares. *Estudio del ecosistema bacteriano del tracto digestivo del cerdo mediante técnicas moleculares.* [En línea] 07 de julio de 2018. [Citado el: 12 de abril de 2023.] <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5618/mrc1de1.pdf?sequence=1>.
6. **CASTELLANOS, Edi.** De Conversiones Alimenticias En La Granja Porcina. *De Conversiones Alimenticias En La Granja Porcina.* [En línea] Masporcicultura, 2017. [Citado el: 26 de abril de 2023.] <https://masporcicultura.com/>. ISBN 258-697.
7. **FAO:** *Datos de la producción mundial de carne de cerdo.* Colombia : 3tres3, 2021, Vol. II. ISSN.
8. **FERNANDO, Luis & CORTES, Fabian.** *Evaluación de la ganancia de peso en cerdos suplementados con Bacillus Cereus variedad Toyoi en la fase de precebos.* Colombia, 2019. Tesis Web.
9. **GERMÁN, Carlos, CAMACHO, Julio & GALLEGOS, Jaime.** Manual del participante secretaria de la reforma agraria. *Manual del participante secretaria de la reforma agraria.* [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Septiembre de 2022.]

[https://www.academia.edu/34977853/MANUAL\\_DEL\\_PARTICIPANTE\\_SECRETARIA\\_DE\\_LA\\_REFORMA\\_AGRARIA](https://www.academia.edu/34977853/MANUAL_DEL_PARTICIPANTE_SECRETARIA_DE_LA_REFORMA_AGRARIA). ISSN.

**10. GODOY VALDIVIEZO, María José.** *Elaboración de balanceado peletizado más la adición de probióticos para cerdos en la etapa de crecimiento y engorde.* Ecuador, 15 de Febrero de 2023. Tesis Web.

**11. HURTADO, César.** Revista de Producción Animal. *La administración oral de un biopreparado con Lactobacillus plantarum CAM-6 mejoró el comportamiento productivo y el rendimiento de la canal de cerdos en crecimiento.* [En línea] 12 de agosto de 2020. [Citado el: 19 de abril de 2023.] [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-79202020000200064#:~:text=Los%20Lactobacilos%20spp.,de%20los%20cerdos%20de%20ceba..](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000200064#:~:text=Los%20Lactobacilos%20spp.,de%20los%20cerdos%20de%20ceba..)

**12. INATEC.** Digestibilidad en animales . [aut. libro] Carlos Zamora. *Nutrición Animal.* Colombia : s.n., 2018.

**13. INEC.** Ecuador en cifras. *Ecuador en cifras.* [En línea] Instituto Nacional del Ecuador , mayo de 2021. [Citado el: 19 de marzo de 2023.] <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/>. ISSN.

**14. INTAGRI, Equipo Editorial.** Intagri. *Intagri.* [En línea] Julio de 2019. [Citado el: 21 de Octubre de 2022.] <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/sistemas-de-produccion-porcina>. ISBN.

**15. LABALA, Jorge.** Sitio Argentino de Producción Animal . *Aditivos en alimentación porcina.* [En línea] 2013. [Citado el: 14 de marzo de 2023.] [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/56-Aditivos\\_Alimentacion\\_Porcina.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/56-Aditivos_Alimentacion_Porcina.pdf). ISBN.

**16. MARCO, Oscar N. Di.** Unidad Integrada Balcarce. *Conceptos de crecimiento aplicados a la producción de carne .* [En línea] 2007. [Citado el: 12 de abril de 2023.] [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/19-conceptos\\_de\\_crecimiento.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/19-conceptos_de_crecimiento.pdf). ISSN 237-913.

**17. MESA, Dany & CARON, Luiz.** El microbioma del intestino porcino. *El microbioma del intestino porcino.* [En línea] 2 de marzo de 2018. [Citado el: 12 de abril de 2023.]

[https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/el-microbioma-del-intestino-porcino\\_2924/](https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/el-microbioma-del-intestino-porcino_2924/). ISSN 498-093.

**18. MIRANDA, Rubén.** Microbiota digestiva del cerdo. *Microbiota digestiva del cerdo*. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de abril de 2023.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=216004>.

**19. MORALES OÑATE, B.** Knowledge. *Probióticos Como Aditivos Dietéticos Para Cerdos*. [En línea] Editorial KNE, 26 de enero de 2020. [Citado el: 18 de marzo de 2023.] <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6267>. ISSN.

**20. NORAMBUENA, Joaquín ÁLVAREZ, GUTIÉRREZ, Reinaldo Cubillos & SANABRIA, Adriana.** Comunidad Profesional Procina . *Comunidad Profesional Procina* . [En línea] 3tres3, 20 de Octubre de 2021. [Citado el: 23 de Octubre de 2022.] [https://www.3tres3.com/latam/articulos/evolucion-de-la-porcicultura-en-latinoamerica-entre-2010-y-2020\\_12607/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/evolucion-de-la-porcicultura-en-latinoamerica-entre-2010-y-2020_12607/). ISBN.

**21. OLVERA, Miguel, MARTÍNEZ, Carlos & REAL DE LEÓN, Elizabeth.** FAO. *Análisis proximales*. [En línea] 22 de julio de 2018. <https://www.fao.org/3/ab489s/AB489S00.htm#TOC>. ISBN.

**22. PALMA, Arlenes.** *Evaluación de probiótico (polimeve soluble) y microorganismos de montañas en cerdos en la etapa de acabado*. Ecuador-Babahoyo, 2023. Tesis Web.

**23. PALMA, Saúl.** Molinos Champion S.A.S. *El uso de probióticos en la porcicultura*. [En línea] 13 de mayo de 2021. [Citado el: 20 de abril de 2023.] <https://www.molinoschampion.com/el-uso-de-probioticos-en-la-porcicultura/>. ISBN 345-582-004.

**24. PAULINO, Joaquín A.** Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización. *Global Ag Media*. IV, 2016, Vol. I, 02.

**25. PIC.** Manual de Especificación de Nutrientes. *Manual de Especificación de Nutrientes*. [En línea] 2016. [Citado el: 06 de Julio de 2022.] [https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Nutrient-Specifications-Manual\\_2016\\_Spanish.pdf](https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Nutrient-Specifications-Manual_2016_Spanish.pdf). TN 37075.




- 26. POOLI, Marcelo.** Necesidades nutricionales de los cerdos. *Necesidades nutricionales de los cerdos*. [En línea] INFOPORK, 13 de septiembre de 2018. [Citado el: 19 de octubre de 2022.] <https://infopork.com/2018/09/necesidades-nutricionales-de-los-cerdos/>. ISBN 386-926.
- 27. PORCINEWS.** Uso de probióticos en cerdos. *Uso de probióticos en cerdos*. [En línea] porciNews, 10 de junio de 2020. [Citado el: 06 de febrero de 2023.] <https://porcinews.com/uso-de-probioticos-en-cerdos/>.
- 28. QUILES, A & HEVIA, M.** Características de la flora intestinal del lechón: efecto de los probióticos. *Características de la flora intestinal del lechón: efecto de los probióticos*. [En línea] 20 de enero de 2019. [Citado el: 20 de abril de 2023.] [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/a4.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/a4.pdf).
- 29. RAVINDRAN, V & BRYDEN, Wayne.** *Amino acid availability in poultry-in vitro and in vivo measurements*. Australia : CSIRO PUBLISHING, 1999.
- 30. RAZAS PORCINAS.** La alimentación de los cerdos: dietas y raciones. *La alimentación de los cerdos: dietas y raciones*. [En línea] 2019. [Citado el: 12 de Noviembre de 2022.] <https://razasporcinas.com/la-alimentacion-de-los-cerdos-dietas-y-raciones/>. ISBN.
- 31. RODRÍGUEZ, Francisco.** Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal. *Base de la producción animal*. [En línea] 2020. [Citado el: 20 de noviembre de 2022.] [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Bases\\_para\\_la\\_Alimentaci%C3%B3n\\_Animal.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf). ISSN.
- 32. SHIMADA, A.** *Nutrición animal*. Trillas, México : 2da ed, 2009.
- 33. SOTOA, Ernesto, ORTEGA, Angélica & MARTÍNEZ, Francisco.** Técnicas Pecuarias En México. *Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008*. México : s.n., 2010. Vol. IV, 3. ISSN 251-268.
- 34. VILLACRES, José..** *Probiótico natural en la alimentación de porcinos en las etapas de crecimiento y engorde con diferentes niveles de soluto*. Ecuador, 31 de Julio de 2019,. Tesis Web.




## ANEXOS

### ANEXO A: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRUEBAS DE DIGESTIÓN



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PARÁMETROS	
<i>CÓDIGO</i>	T1: alimento balanceado
	T2: alimento balanceado con probiótico Lactotech
<i>MUESTRA</i>	Balanceado de cerdo con probiótico Lactotech y balanceado sin probiótico
<i>ESTADO DE LA MUESTRA</i>	Muestra solida
<i>NOMBRE DE LA MUESTRA</i>	Balanceado de cerdo con probiótico Lactotech y balanceado sin probiótico
<i>FECHA DE INICIO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO EN EL LABORATORIO</i>	18 de julio del 2023
<i>LUGAR DE MUESTREO</i>	ESPOCH-Laboratorio de Nutrición animal y Bromatología
<i>ANÁLISIS SOLICITADO</i>	Análisis Físico-Químicos

2. RESULTADOS

**Tabla 1.** Determinación de humedad.

Tratamientos	Peso de las muestras después de 48h en la estufa (g)
<b>T1: alimento balanceado</b>	0,6893
<b>T2: alimento balanceado con probiótico Lactotech</b>	0,6322

**Realizado por:** Karol Mishelle Amán Luna  
**Fuente:** Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal  
**Dirigido por:** B. Q. Alicia Zavala



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



**Tabla 2.** Determinación de cenizas del material no digerido.

Tratamientos	Materia Seca (%)	Humedad Higroscópica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)
T1: alimento balanceado	93,9231	6,08	12,8710	87,1289
T2: alimento balanceado con probiótico Lactotech	94,2306	5,77	15,9169	84,0830

Realizado por: Karol Mishelle Amán Luna

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Dirigido por: B. Q. Alicia Zavala

**Tabla 3.** Determinación de cenizas del alimento balanceado.

Tratamientos	Repeticiones	Materia Seca (%)	Humedad Higroscópica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)
T1: alimento balanceado	T1R1	91,4317	8,57	10,8818	89,1182
	T1R2	91,1582	8,84	10,9342	89,0657
	T1R3	91,9762	8,02	10,4642	89,5357
T2: alimento balanceado con probiótico Lactotech	T2R1	91,20	8,80	10,6561	89,3438
	T2R2	90,0810	9,92	11,8129	88,1870
	T2R3	92,2718	7,73	10,5193	89,4806

Realizado por: Karol Mishelle Amán Luna

Fuente: Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal

Dirigido por: B. Q. Alicia Zavala



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN ANIMAL



ATENTAMENTE

BQF Alicia Zavala  
TÉCNICO RESPONSABLE DEL LAB. DE BROMATOLOGÍA Y NUTRICIÓN  
ANIMAL-ESPOCH

## ANEXO B: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DE HECES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HOJA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS



### 1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

PARÁMETROS	
CÓDIGO	
MUESTRA	HECES DE CERDO
ESTADO DE LA MUESTRA	SÓLIDO (CONGELAMIENTO)
NOMBRE DE LA MUESTRA	HECES DE CERDO NORMALES Y CON PROBIÓTICO (LACTOTECH)
FECHA DE INICIO DE LOS ANÁLISIS EN EL LABORATORIO	2023-01-19
LUGAR DE MUESTREO	ESPOCH – LAB. DE BIOTECNOLOGIA Y MICROBIOLOGIA ANIMAL
FECHA DE MUESTREO	2023-01-27
ANÁLISIS SOLICITADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	COLIFORMES, GRAM POSITIVOS Y GRAM NEGATIVOS

### 2. RESULTADOS

Tabla 1. Nombre de Pruebas Microbiológicas en Placas Petri

PLACAS PETRI		
COLIFORMES	GRAM +	GRAM -
C.C	G+	G-

REALIZADO POR: Karol Mishelle Amán Luna

FUENTE: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

DIRIGIDO POR: Ing. Luis Tello Flores

Dirección: Panamericana sur km 1 ½, Teléfono: 05933831711



Tabla 2. ANÁLISIS DE BACTERIAS CON MRS PRESENTES EN LAS HECES DE CERDO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN

MUESTRA	REP	UFC/ml	UFC/ml
		0 horas	48 horas
M1	M1R1	0	1278
	M1R2	0	996
M2	M2R1	0	975
	M2R2	0	1191
M3	M3R1	0	1270
	M3R2	0	1040
M4	M4R1	0	1170
	M4R2	0	1213
M5	M5R1	0	1148
	M5R2	0	1343
M6	M6R1	0	1213
	M6R2	0	953

Tabla 3. ANÁLISIS DE BACTERIAS CON AGAR SANGRE PRESENTES EN LAS HECES DE CERDO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN

MUESTRA	REP	UFC/ml	UFC/ml
		0 horas	48 horas
M1	M1R1	0	1495
	M1R2	0	1603
M2	M2R1	0	1538
	M2R2	0	1495
M3	M3R1	0	1690
	M3R2	0	1690
M4	M4R1	0	1538
	M4R2	0	1581
M5	M5R1	0	1625
	M5R2	0	1690
M6	M6R1	0	1841
	M6R2	0	1776

Dirección: Panamericana sur km 1 ½ , Teléfono 0983383171



*Tabla 4. ANÁLISIS DE BACTERIAS CON MRS PRESENTES EN LAS HECES DE CERDO CON PROBIÓTICO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN*

MUESTRA	REP	UFC/ml	UFC/ml
		0 horas	48 horas
M1	M1R1	0	1105
	M1R2	0	953
M2	M2R1	0	1040
	M2R2	0	1105
M3	M3R1	0	1040
	M3R2	0	910
M4	M4R1	0	1156
	M4R2	0	975
M5	M5R1	0	1061
	M5R2	0	931
M6	M6R1	0	1040
	M6R2	0	866

*Tabla 5. ANÁLISIS DE BACTERIAS CON AGAR SANGRE PRESENTES EN LAS HECES DE CERDO CON PROBIÓTICO EN LA ETAPA DE FINALIZACIÓN*

MUESTRA	REP	UFC/ml	UFC/ml
		0 horas	48 horas
M1	M1R1	0	1885
	M1R2	0	2101
M2	M2R1	0	2210
	M2R2	0	2036
M3	M3R1	0	2491
	M3R2	0	2535
M4	M4R1	0	2296
	M4R2	0	2513
M5	M5R1	0	2708
	M5R2	0	2600
M6	M6R1	0	2838
	M6R2	0	3076



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HOJA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS



REALIZADO POR: Karol Mishelle Amán Luna

FUENTE: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

DIRIGIDO POR: Ing. Luis Tello Flores

ATENTAMENTE,

Ing. Luis Tello

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y  
MICROBIOLOGÍA ANIMAL







ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
LABORATORIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
HOJA DE RESULTADOS DE ANÁLISIS



REALIZADO POR: Karol Mishelle Amán Luna

FUENTE: Laboratorio de Biotecnología y Microbiología Animal

DIRIGIDO POR: Ing. Luis Tello Flores

ATENTAMENTE,

Ing. Luis Tello

TÉCNICO RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y  
MICROBIOLOGÍA ANIMAL



**ANEXO C: PRUEBA T STUDENT PARA PESO INICIAL, KG**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	75,564	82,2806
Varianza	18,26817938	119,1791825
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	0,887087934	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-4,54223792	
P(T<=t) una cola	6,65087E-05	**
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	0,000133017	
Valor crítico de t (dos colas)	2,063898562	

**ANEXO D: PRUEBA T STUDENT PARA PESO FINAL, KG**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	107,7716	117,386
Varianza	67,99795145	240,3680856
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	0,83633473	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-4,94452922	
P(T<=t) una cola	2,39229E-05	**
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	4,78457E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,063898562	

**ANEXO E: PRUEBA T STUDENT PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO TCO, KG**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	T. Control	T. Probiótico
Media	2,52	2,93
Varianza	1,8489E-30	8,2173E-31
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	65535	
P(T<=t) una cola	#¡NUM!	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	#¡NUM!	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	

**ANEXO F: PRUEBA T STUDENT PARA EL CONSUMO DE ALIMENTO MATERIA SECA BS, KG****CONSUMO DE ALIMENTO MATERIA SECA BS, kg**

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	2,31	2,67
Varianza	8,2173E-31	1,84889E-30
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-132325339	
P(T<=t) una cola	3,5431E-180	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	7,0862E-180	
Valor crítico de t (dos colas)	2,063898562	

## ANEXO G: PRUEBA T STUDENT PARA LA GANANCIA DE PESO-DÍA, KG

### GANANCIA PESO-DÍA, kg

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	1,17018	1,07358667
Varianza	0,02483402	0,01992744
Observaciones	25	25
Coeficiente de correlación de Pearson	0,70623312	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	4,18158019	
P(T<=t) una cola	0,00016635	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	0,0003327	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	

## ANEXO H: PRUEBA T STUDENT PARA LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA, KG

### CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	2,00632943	2,52455343
Varianza	0,07492612	0,10582066
Observaciones	25	25
Coeficiente de correlación de Pearson	0,77079557	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	12,4265799	
P(T<=t) una cola	3,0221E-12	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	6,0442E-12	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	

## ANEXO I: PRUEBA T STUDENT PARA BACTERIAS GRAM POSITIVAS, UFC/ML

### BACTERIAS GRAM POSITIVAS, UFC/ml

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	<i>T. Control</i>	<i>T. Probiótico</i>
Media	1389,68	1727,96
Varianza	71026,3933	567358,123
Observaciones	25	25
Coeficiente de correlación de Pearson	0,93972006	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-3,3101027	
P(T<=t) una cola	0,00146926	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	0,00293852	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	

## ANEXO J: LIMPIEZA Y UBICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL



**ANEXO K: SELECCIÓN DE LOS ANIMALES PARA EL RESPECTIVO ARETEO Y RECOLECCIÓN DE PESOS INICIALES**



**ANEXO L: RECOLECCIÓN DE LAS HECES EN ENVASES AL FINAL DEL EXPERIMENTO PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO**

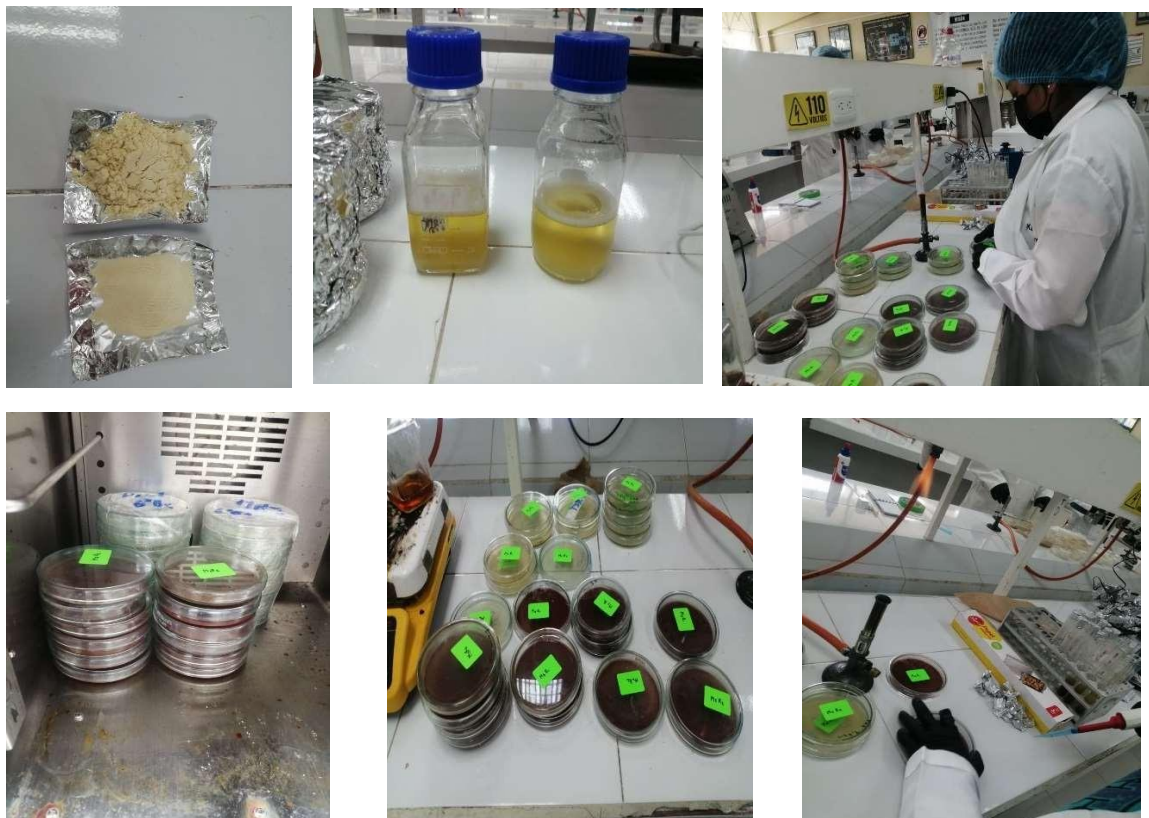




**ANEXO M: BALANCEADO SOBRENTE DEL TRATAMIENTO CONTROL Y TRATAMIENTO CONTROL MÁS PROBIÓTICO PARA EL ANÁLISIS DE LABORATORIO**

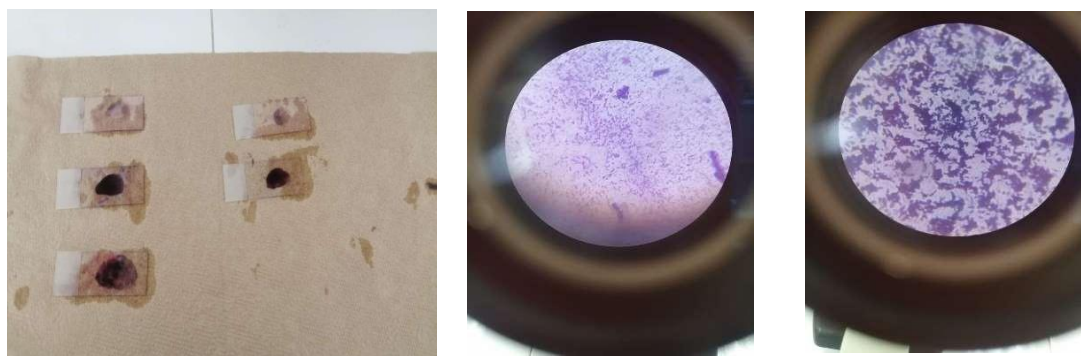


**ANEXO N: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGAR SANGRE Y MRS DE LAS MUESTRAS DE HECES DE LOS ANIMALES TRATADOS CON LA DIETA CONTROL Y DIETA CONTROL MÁS PROBIÓTICO**





**ANEXO O: ELABORACIÓN DE LA TÉCNICA TINCIÓN GRAM Y RESULTADOS EN EL MICROSCÓPIO**



**ANEXO P: COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PRUEBAS DE DIGESTIBILIDAD PEPSINA/PANCREATINA CON EL BALANCEADO DEL TRATAMIENTO CONTROL Y TRATAMIENTO CONTROL MÁS PROBIÓTICO**





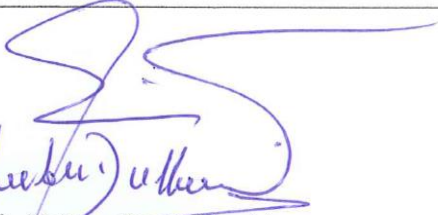

**ANEXO Q: TÉCNICA DE CENIZAS PARA DETERMINAR LA MATERIA ORGÁNICA EN BASE SECA**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 11/03/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Karol Mishelle Amán Luna
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Zootecnista
 <b>Antonio Nelson Duchí Duchí</b> <b>Director del Trabajo de Titulación</b>
 <b>Hernán Patrio Guevara Costales</b> <b>Asesor del Trabajo de Titulación</b>