



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: “EFECTO DEL SUERO DE LECHE EN DIFERENTES NIVELES
PARA LA ALIMENTACIÓN DE PORCINOS DE RAZA YORKSHIRE
X LANDRACE EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**

AUTOR:

FERRÍN FERRÍN, CRISTIAN DARLEY

DIRECTOR: Dr. NARANJO SANTAMARÍA, IVÁN JACINTO

SANTO DOMINGO

2019



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación **“EFECTO DEL SUERO DE LECHE EN DIFERENTES NIVELES PARA LA ALIMENTACIÓN DE PORCINOS DE RAZA YORKSHIRE X LANDRACE EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**, realizado por el señor estudiante **CRISTIAN DARLEY FERRÍN FERRÍN**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Santo Domingo, 19 de diciembre del 2019.

A handwritten signature in blue ink is located below the text. The signature is stylized and appears to be 'Iván Jacinto Naranjo Santamaría'.

Dr. Iván Jacinto Naranjo Santamaría.

CC.: 171476142-4.



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.

Yo, **CRISTIAN DARLEY FERRÍN FERRÍN**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“EFECTO DEL SUERO DE LECHE EN DIFERENTES NIVELES PARA LA ALIMENTACIÓN DE PORCINOS DE RAZA YORKSHIRE X LANDRACE EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo, 19 de diciembre del 2019.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Cristian Ferrín Ferrín', written in a cursive style.

Cristian Darley Ferrín Ferrín.

CC.: 172465790-1.



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

AUTORIZACIÓN.

Nosotros Yo, **CRISTIAN DARLEY FERRÍN FERRÍN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“EFECTO DEL SUERO DE LECHE EN DIFERENTES NIVELES PARA LA ALIMENTACIÓN DE PORCINOS DE RAZA YORKSHIRE X LANDRACE EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad

Santo Domingo, 19 de diciembre del 2018.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Cristian Darley Ferrín Ferrín', is written over a light blue horizontal line.

Cristian Darley Ferrín Ferrín.

CC.: 172465790-1.

DEDICATORIA.

Este proyecto de investigación está dedicado a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para alcanzar con éxito esta importante meta en mi vida profesional, a él le debo todo mi ser y con mucha fe espero seguir adelante como profesional dando lo mejor de mí, siempre con humildad, honestidad y mucha voluntad.

A mi hermosa familia, especialmente a mis padres Pablo y Adelita, así como a mi mamita Dalinda por brindarme todo ese apoyo incondicional, por sus consejos, sus oraciones y su inmenso amor durante mi formación personal y académica.

A todas esas personas que me apoyaron de una u otra manera durante mi carrera profesional, a mis amigos y docentes que compartieron junto a mi este arduo caminar.

Cristian

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la “Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE” Sede Santo Domingo, por haberme dado la oportunidad de adquirir conocimientos y técnicas, impartidas por el buen personal docente y administrativo con que cuenta tan prestigiosa institución.

A mi tutor de proyecto de tesis, Dr. Iván Naranjo por su constante apoyo y dedicación durante esta investigación y todo mi proceso académico.

Al Dr. Gelacio Gómez, Dr. Fabian Villavicencio, Ing. Vinicio Uday e Ing. Javier Romero por su importante colaboración en mi proyecto de investigación.

A mis amigos Jonathan Z, Alex R, Diego C, Jonathan A. y Fabian C, por su gran amistad y por ser parte de esta importante etapa, gracias por su confianza y todas las experiencias compartidas.

De manera especial a Nataly Álvarez, por el apoyo, comprensión y cariño que me brindó durante todo este tiempo y en la realización de este proyecto, siempre de manera incondicional y sobre todo con mucha paciencia.

Gracias de todo corazón.

Cristian.

ÍNDICE

CARATULA	
CERTIFICACIÓN	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO RAZA YORKSHIRE	3
2.2 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO RAZA LANDRACE.....	4
2.3 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO F1 (YORKSHIRE X LANDRACE).....	6
2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS PORCINOS	7
2.4.1 Requerimientos de Energía.....	7
2.4.2 Requerimientos de Proteína y Aminoácidos	8
2.4.3 Requerimientos de Lípidos.....	9
2.4.4 Requerimientos de Vitaminas y Minerales.....	10
2.4.5 Requerimientos de Agua.	11
2.5 EL SUERO DE QUESERIA	11
2.5.1 Tipos de suero de leche	13

2.5.2	Componentes principales del suero lácteo	14
III.	METODOLOGÍA.....	17
3.1	UBICACIÓN DEL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.1.1	Ubicación Política	17
3.1.2	Ubicación Geográfica.....	17
3.1.3	Ubicación Ecológica.....	18
3.2	MATERIALES.....	19
3.2.1	Materiales de Oficina.	19
3.2.2	Materiales de Campo.....	19
3.3	MÉTODOS.....	20
3.3.1	Diseño Experimental	20
3.3.2	Análisis Estadístico.	24
3.3.3	Variables Por Medir	25
3.3.4	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1	Caracterización de las formulas alimenticias usadas.....	44
4.1.1	Contenido nutricional del Balanceado.....	44
4.1.2	Contenido nutricional y análisis químico del suero de leche	45
4.2	Peso vivo.	46
4.2.1	Peso inicial a los 70 días de edad (PI 70 DDE).....	47
4.2.2	Peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).....	48
4.2.3	Peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).....	51
4.3	Consumo de alimento.....	57

4.3.1	Consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).....	58
4.3.2	Consumo de alimento hasta los 150 días (CA 150 DDE).	63
4.4	Ganancia diaria de peso.....	68
4.5	Índice de conversión alimenticia.	73
4.6	Porcentaje de mortalidad	76
4.7	Análisis Costo Beneficio	76
V.	CONCLUSIONES.....	79
VI.	RECOMENDACIONES	81
VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°	Pág.
Tabla 1. Parámetros zootécnicos de la raza Yorkshire	4
Tabla 2. Características de la carne para la raza Yorkshire	4
Tabla 3. Parámetros zootécnicos de la raza Landrace	5
Tabla 4. Características de la carne para la raza Landrace	6
Tabla 5. Requerimientos de energía en cerdos.	8
Tabla 6. Requerimientos de proteína y aminoácidos en cerdos.....	9
Tabla 7. Requerimientos de vitaminas y minerales en pienso para lechones y cerdos en crecimiento y cebo (por kg pienso).	10
Tabla 8. Requerimientos de agua en cerdos.....	11
Tabla 9. Composición nutricional de un Lactosuero típico.	12
Tabla 10. Descripción de los Tratamientos por probar en la investigación	20
Tabla 11. Formulación de Dietas basadas en el Porcentaje de Proteína del Balanceado y Suero de leche para la Alimentación diaria de un cerdo en las Fases de Crecimiento y Engorde.	21
Tabla 12. Aporte Energía Metabolizable el Balanceado y Suero de leche para la alimentación diaria de un cerdo en las Fases de Crecimiento y Engorde.	22
Tabla 13. Esquema de análisis de varianza para la investigación.	24
Tabla 14. Contenido nutricional de los balanceados usados en la investigación	44
Tabla 15. Caracterización del suero de leche utilizado en la investigación.	45

Tabla 16.	Análisis de varianza para la variable peso inicial a los 70 días de edad (PI 70 DDE).	47
Tabla 17.	Análisis de varianza para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).....	48
Tabla 18.	Análisis de varianza para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).	52
Tabla 19.	Análisis de varianza para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).....	58
Tabla 20.	Análisis de varianza para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 110 DDE).....	64
Tabla 21.	Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (GDP).....	69
Tabla 22.	Análisis de varianza para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).....	74
Tabla 23.	Análisis de costo beneficio.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de la investigación	18
Figura 2. Croquis del diseño.....	23
Figura 3. Prueba de Tukey para la variable peso medio a los 110 días (PM 110 DDE).	49
Figura 4. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).....	50
Figura 5. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).	51
Figura 6. Prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE)....	53
Figura 7. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días se edad (PF 150 DDE).	54
Figura 8. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).	55
Figura 9. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).	56
Figura 10. Evolución del peso vivo de los animales evaluados.....	56
Figura 11. Prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).....	60
Figura 12. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).....	61

Figura 13. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).	62
Figura 14. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).	63
Figura 15. Prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta a los 150 días de edad (CA 150 DDE).	65
Figura 16. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).	66
Figura 17. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).	67
Figura 18. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).	68
Figura 19. Prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).	70
Figura 20. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).	71
Figura 21. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).	72
Figura 22. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).	73
Figura 23. Prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).	75
Figura 24. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).	76

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la evaluación del efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza yorkshire x landrace en etapas de crecimiento y engorde, el ensayo se llevó a cabo en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón La Concordia. En total se utilizaron 32 cerdos, 16 hembras y 16 machos castrados de 70 días de edad con un peso promedio inicial de 31,73 kg. Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con 16 unidades experimentales distribuidas en 4 tratamientos (T1: Testigo alimentado únicamente con balanceado, 2 kg en la etapa de crecimiento y 2,5 kg en la etapa de engorde; T2: 1,81 kg de balanceado más 4 l de suero en el crecimiento y 2 kg más 8 l, en el engorde; T3: 1,62 kg de más 8 l, para el crecimiento y 1,90 kg más 12 l, en el engorde; T4: 1,43 kg más 12 l, en el crecimiento y 1,7 kg más 16 l, en el engorde) y 4 repeticiones. Se analizaron las características químicas del suero de leche (pH, Acidez titulable, Sólidos totales, %Proteína, %Grasa,) y se evaluaron las variables productivas donde el tratamiento T4 mostró diferencias todas las variables con los siguientes resultados: PM 79 kg; PF 95,91 kg; CA 110 DDE 75 kg; CA 150 DDE 196,03 kg; GDP 997,73 g; ICA 2,43. En el análisis costo beneficio el tratamiento T4 obtuvo la mejor rentabilidad al finalizar la investigación generando \$ 78,69/animal.

PALABRAS CLAVE

- **ALIMENTO ALTERNATIVO**
- **CERDOS**
- **PARÁMETROS PRODUCTIVOS**
- **SUERO DE LECHE**

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of whey at different levels for feeding yorkshire x landrace pigs in growth and fattening stages, the test was carried out in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón La Concordia. In total, 32 pigs, 16 females and 16 castrated males of 70 days of age with an initial average weight of 31,73 kg were used. A Randomized Complete Design (DCA) was used with 16 experimental units distributed in 4 treatments (T1: Witness fed only with balanced, 2 kg in the growth stage and 2,5 kg in the fattening stage; T2: 1,81 kg of balanced plus 4 l of serum in growth and 2 kg plus 8 l, in fattening; T3: 1,62 kg of more 8 l, for growth and 1,90 kg plus 12 l, in fattening; T4: 1,43 kg plus 12 l, in growth and 1,7 kg plus 16 l, in fattening) and 4 repetitions. The chemical characteristics of whey (pH, Titratable acidity, Total solids, % Protein, % Fat,) were analyzed and the productive variables were evaluated where the T4 treatment showed all the variables differences with the following results: PM 79 kg; MP 95,91 kg; CA 110 DDE 75 kg; CA 150 DDE 196,03 kg; GDP 997,73 g; ICA 2,43. In the cost-benefit analysis, the T4 treatment obtained the best profitability at the end of the research generating \$ 78,69/animal.

KEYWORDS

- **ALTERNATIVE FOOD**
- **PIGS**
- **PRODUCTIVE PARAMETERS**
- **WHEY**

**“EFECTO DEL SUERO DE LECHE EN DIFERENTES NIVELES PARA LA
ALIMENTACIÓN DE PORCINOS DE RAZA YORKSHIRE X LANDRACE EN
ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE”**

I. INTRODUCCIÓN

Según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017 en Ecuador se registró 1 115 473 cabezas de ganado porcino (INEC, 2018). Se estima que la producción porcícola contribuye alrededor del 2% al PIB (Producto Interno Bruto) y genera empleo directo e indirecto para alrededor de 100 000 personas que representan el 2,2% de la población económicamente activa (PEA) (Orellana, 2016). El consumo per cápita de carne porcina, en equivalente kilos canal, es de 10, de ellos unos 3,5 kilos los consume el ecuatoriano en forma de productos derivados y embutidos (ASPE, 2017).

La alimentación de los cerdos representa entre un 80 a un 85% de los costos totales de producción. Por esta razón es importante que el porcicultor conozca ciertos conceptos importantes relacionados con la alimentación eficiente de los cerdos, así como aquellos factores que pueden afectar el uso eficiente de un programa de alimentación (Compabadal, 2009).

En el Ecuador existen empresas formales y artesanales dedicadas a la elaboración del queso, durante el proceso se genera un 80% aproximadamente de suero. En el país el suero de leche no es aprovechado, por lo que se debe dar un uso eficiente del lacto suero para elevar la rentabilidad

de la operación de las queserías. El suero producido en el Ecuador contiene aproximadamente 973 000 toneladas de lactosa potencialmente transformable y 175 toneladas de proteína recuperable. A pesar de los múltiples usos del suero el 47 % es descargado en el suelo, drenajes y cuerpos de agua, tornándose en un serio problema para el ambiente (Riofrío, 2014).

Suministrar una fuente alternativa de alimentación contribuye a la disminución de los costos de producción y representa una fuente constante de nutrientes, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero de leche que contiene un poco más del 12% de las proteínas de la leche, cerca del 12% de la materia grasa y cerca del 70% de lactosa (Aguilar, Bolaños, & Sánchez, 2017).

La necesidad de obtener una mejor utilidad en el sistema de pequeños productores, se hace notable por el problema de costos elevados en la alimentación de sus animales, además la falta de conocimiento de la utilización y el valor nutritivo y los porcentajes de los alimentos alternativos en cerdos como el suero de leche, limita su utilización, prolongando el tiempo y costos de producción generando problemas de rentabilidad. Con la presente investigación se permitió determinar técnicamente los beneficios de este subproducto pues tuvo como objetivo evaluar el efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza yorkshire x landrace en etapas de crecimiento y engorde así como de evaluar las variables productivas y determinar que fórmula alimenticia es la más conveniente para la crianza de cerdos, de acuerdo con el análisis costo-beneficio, con el fin de mejorar rendimientos productivos, reducir costos de producción y su vez disminuir la contaminación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO RAZA YORKSHIRE

La raza de cerdos Yorkshire es originaria de Inglaterra. Su cuerpo es largo, ancho y profundo con apariencia maciza. Son totalmente blancos, sin manchas con orejas erectas. Tiene buena rusticidad, su carácter es prolífero y buena aptitud lechera y materna. (AACP, 2007).

Es una raza de conformación musculosa, bien inclinadas a nivel de la línea superior y de los costados y jamones bien desarrollados, son vivaces en los movimientos. Sus patas rectas, con articulaciones fuertes, cuartillas cortas y pezuñas medianas para un buen apoyo (González, 2019).

Muy valorada por sus características maternas, esta raza porcina se utiliza habitualmente en cruces como línea materna. Es, además, la mejor considerada, entre las razas mejoradas, en cuanto a resistencia. La Yorkshire es, con frecuencia, la mejor raza en cuanto a valores de prolificidad, cualidades maternas como capacidad lechera y productividad. Aunque parece ser que da una edad de pubertad de su descendencia más tardía (AACP, 2007).

También se encuentra, junto con la Duroc, entre las que presentan una mayor velocidad de crecimiento e índice de conversión. Para la calidad de la carne se toma en cuenta sobre todo la cantidad de grasa infiltrada en el músculo. Sin embargo, esta raza presenta rara vez, músculo

pálido blanco exudativo (AACP, 2007).

Es una raza mejorada en ganancia de peso y conversión alimenticia, una de las mejores para los cruces comerciales y las hijas media sangre conservan características de ser buenas madres (González, 2019).

Tabla 1. Parámetros zootécnicos de la raza Yorkshire

Parámetros zootécnicos de la raza Yorkshire	
Intervalo destete cubrición	14
Ganancia media Diaria 20-90 kg	725 g/día
Índice de conversión 20-90 kg	3 g/día
Primer parto	352 días
Lechones vivos/parto	10,5
Lechones destetados/parto	9-10

Fuente: (AACP, 2007)

Tabla 2. Características de la carne para la raza Yorkshire

Características de la carne para la raza Yorkshire	
Espesor tocino dorsal a los 90 kg	13,5-17,5 mm
Rendimiento de la canal a los 90 kg sin cabeza	75 %
Longitud de la canal	99 cm
Piezas nobles	62 %
Estimado de magro en la canal	52,5 %

Fuente: (AACP, 2007)

2.2 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO RAZA LANDRACE

La raza de cerdos Landrace es de origen europeo, presenta una coloración blanca con orejas del mismo color, dirigidas en su totalidad hacia delante. Son los más largos de todas las

razas. Muy prolíferos, con un promedio de 12 lechones con muy buen peso al nacer. Su forma de cría más adecuada es la intensiva (AACP, 2007).

Muy versátil, se utiliza como línea pura, materna o paterna. Sus índices productivos son muy parecidos a la Yorkshire, aunque tiene un mayor rendimiento de la canal y también una mayor longitud de la misma. La mayoría de los ejemplares tienen 16 a 17 pares de costillas. En comparación con los 14 pares de otras razas. El arco de la espina dorsal es mucho menos pronunciado que en otros cerdos y no es raro que la espalda carezca de arco (AACP, 2007).

Esta raza está reconocida como de tipo magro, ya que presenta unos bajos valores de engrasamiento. Además, se cruza bien con la mayoría de las demás razas y ha demostrado su utilidad para el porcicultor, en sus esfuerzos para producir un cerdo mejor productor de carne. La cualidad que hace a esta raza atractiva en la industria cárnica es su buen rendimiento a la canal, se obtienen jamones bien conformados y una excelente calidad de canal (González, 2019).

Tabla 3. Parámetros zootécnicos de la raza Landrace

Parámetros zootécnicos de la raza Landrace	
Intervalo destete cubrición	16
Ganancia media Diaria 20-90 kg	695 g/día
Índice de conversión 20-90 kg	3,1 g/día
Primer parto	342 días
Lechones vivos/parto	10-10,5
Lechones destetados/parto	8,5-10

Fuente: (AACP, 2007).

Tabla 4. Características de la carne para la raza Landrace

Características de la carne para la raza Landrace	
Espesor tocino dorsal a los 90 kg	13-16,5 mm
Rendimiento de la canal a los 90 kg sin cabeza	74.5 %
Longitud de la canal	101 cm
Piezas nobles	62 %
Estimado de magro en la canal	53 %

Fuente: (AACP, 2007).

2.3 CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL CERDO F1 (YORKSHIRE X LANDRACE)

Surge con el objetivo de producir cerdos para camal. Aprovecha la heterosis y la complementariedad, busca aprovechar las características deseables que ofrecen las razas Yorkshire y Landrace. En este sistema se puede usar dos, para un cruzamiento simple y conseguir un F1 (Cadillo, 2017).

El cruce de las líneas puras Landrace y Yorkshire da como resultado madres F1 la combinación perfecta entre eficacia de producción, capacidad maternal, uniformidad y vitalidad de las camadas, posee una rusticidad que las hace capaz de desenvolverse en cualquier condición con unas camadas de 14 nacidos vivos y 11.5 lechones destetados por camada con un promedio de siete kilos. convirtiéndola en la mejor opción para producir lechones de engorde (Loaiza, 2015).

Con este cruce se busca características maternas por parte de la hembra y con el macho reforzar estas características, agregando rusticidad y precocidad (desarrollo y capacidad para crecer). Las hembras de este cruce serán ideales como futuras madres (Perez, 2010).

En sentido general las cerdas F1 tienen camadas más grandes y vigorosas, mejor fertilidad y longevidad que cualquiera de las razas puras. Producen de 30 a 40% más de cerdos destetados. Su prolificidad puede ser mayor a 10 crías vivas por camada y se obtiene una máxima uniformidad en la tasa de crecimiento de los cerdos (Perez, 2010).

2.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS PORCINOS

A continuación, se despliegan los diferentes requerimientos de minerales, energía, proteína, vitaminas, aminoácidos y grasa que poseen los cerdos en las diferentes etapas de su vida (Blas, Gasa, & Mateos, 2006).

2.4.1 Requerimientos de Energía

La energía es considerada como un nutriente primordial en la alimentación animal, debido a que tiene efectos benéficos en la digestión, respiración y diversas actividades fisiológicas y reproductivas de los mismos; dado esto Castro (2014), menciona que los resultados productivos del animal se rigen a razón de la energía consumida en la etapa de desarrollo, además describe que las necesidades de energía y la ingesta de alimento acrecientan paulatinamente con el peso del animal.

A continuación, se presenta los requerimientos de energía en cerdos:

Tabla 5. Requerimientos de energía en cerdos.

Peso vivo (kg)	5 - 7	7 -12	12 - 22	20 - 60	60 -100	> 100
EM porcino(kcal/kg)	>3 425	3 375	3 350	3 260	3 200	3 200
EN porcino (kcal/kg)	>2 520	2 470	2 450	2 310	2 280	2 280

Abreviatura:

EM: Energía metabolizable EN: Energía neta

Fuente: (Blas, Gasa, & Mateos, 2006).

2.4.2 **Requerimientos de Proteína y Aminoácidos**

Los porcinos requieren proteínas y aminoácidos en forma constante, para diversas funciones metabólicas tales como la formación de estructuras básicas (queratina, colágeno, etc.), además ayuda a la producción de proteína tisular presente en el musculo (carne magra) (Campabadal, 2009).

La deficiencia de proteína en la dieta, provoca que los animales reduzcan su crecimiento y pierden peso, ya que toman la proteína de los tejidos para tratar de mantener los procesos vitales de su cuerpo (Monge, 2005).

Tabla 6. Requerimientos de proteína y aminoácidos en cerdos.

Elemento	Unid.	Peso vivo (kg)					
		5 - 7	7 -12	12 - 22	20 - 60	60 -100	> 100
PB (min)	%	20	19	1,5	16,5	15	13,5
PB (max)	%	22	21	20	18	17	15
Proteína láctea	%	15	10	0 - 3,5	-	-	-
Lys. Total	%	1,5	1,4	1,31	1,03 - 1,07	0,86 - 0,92	0,74
Lys. Dig. Verd.	%	1,3	1,25	1,15	0,86 - 0,9	0,72 - 0,76	0,6
Met. Total	%	0,5	0,42	0,3	0,3 - 0,34	0,27 - 0,29	0,23
Met. Dig. Ver.	%	0,4	0,37	0,34	0,25 - 0,29	0,22 - 0,23	0,19
Met. + Cys. Total	%	0,9	0,83	0,77	0,61 - 0,65	0,52 - 0,56	0,45
Met. + Cys. Dig. Verd	%	0,8	0,74	0,68	0,5 - 0,54	0,43 - 0,45	0,37
Thr. Total	%	1	0,91	0,85	0,65 - 0,69	0,56 - 0,58	0,47
Thr. Dig. Verd.	%	0,9	0,79	0,74	0,54 - 0,58	0,46 - 0,48	0,39
Trp. Total	%	0,3	0,28	0,25	0,18 - 0,20	0,15 - 0,17	0,14
Trp. Dig. Verd.	%	0,3	0,24	0,22	0,15 - 0,17	0,13 - 0,14	0,11
Ile. Total	%	0,9	0,81	0,76	0,60 - 0,64	0,52 - 0,54	0,44

Fuente: (Blas, Gasa, & Mateos, 2006).

2.4.3 Requerimientos de Lípidos

En cerdos los requerimientos de grasas y aceites esenciales son primordiales ya que brindan un alto valor energético, además se utiliza para lograr la concentración de la energía en las dietas (generalmente durante la lactancia, donde los consumos de alimento son muy altos).

Marotta, Lagreca y Tamburini (2009) manifiestan que se requiere alrededor del 6 % de lípidos en la dieta alimenticia.

2.4.4 Requerimientos de Vitaminas y Minerales.

Los cerdos requieren cierta cantidad de vitaminas y minerales para un desarrollo adecuado; estos elementos nutricionales suelen adicionarse en forma de pre mezclas, solas o en conjunto, para llegar así a satisfacer los requerimientos del animal (Campabadal, 2009).

Tabla 7. Requerimientos de vitaminas y minerales en pienso para lechones y cerdos en crecimiento y engorde (por kg pienso).

Elemento	Unidad	Lechones		Crecimiento		Engorde	
		Rango	Recomendación	Rango	Recomendación	Rango	Recomendación
Vit. A	M UI	10-15	13	6 - 8,5	7,5	5-7	6
Vit. D3	M UI	1,8 - 2,1	1,8	1,1-1,5	1,25	0,9-1,3	1,1
Vit. E	UI	35 -55	45	15-25	15	10-20	10
Vit. K3	ppm	1,5 -2,5	2,1	0,8-1,5	1,1	0,5-1,1	0,8
Tiamina (B1)	ppm	1,2 - 2,2	1,7	0,5-2	1	0,3-1,5	0,8
Riboflavina (B2)	ppm	4-7	5	2,5-4,5	4	2-4	2,5
Piridoxina (B6)	ppm	2,5 - 3	2,5	1,1-2	1,5	0,6-1,2	0,9
Cobalamina (B12)	ppb	25 -35	28	16-20	17	12-18	14
Ácido fólico	ppm	0,5 - 1,2	0,6	0-0,25	0,06	0-0,1	0,02
Niacina	ppm	25 - 35	26	15-20	18	12-19	15
Ac. Pantoténico	ppm	13 - 16	15	8-11	10	6-9	8
Biotina	ppb	100 - 180	110	10-50	12	0-25	8
Colina	ppm	200 - 400	220	50-110	70	40-100	40

Fe	ppm	80 - 125	0	70-100	75	50-90	50
Cu	ppm	8-15	10	9-13	9	8-10	8
Zn	ppm	100 - 130	120	110-120	110	90-110	80
Mn	ppm	40 - 60	45	30-45	35	20-35	20
Co	ppm	0 - 0,1	0	0-0,1	0	0-0,1	0,02
Se	ppm	0,15 - 0,3	0,3	0,1-0,3	0,3	0,1-0,3	0,2
I	ppm	0,6 - 1	0,7	0,4-0,7	0,4	0,3-0,5	0,3

Fuente: (Blas, Gasa, & Mateos, 2006).

2.4.5 **Requerimientos de Agua.**

El agua es un elemento indispensable en el metabolismo del animal, por constituir el 75% de su peso vivo, además actúa en los procesos digestivos, en el transporte de productos metabólicos y en la excreción de desechos, asimismo interviene como fuente principal en la hidrólisis de proteínas, grasas, carbohidratos y en muchos cambios anabólicos y catabólicos que surgen en el metabolismo del animal (Monge, 2005).

Tabla 8. Requerimientos de agua en cerdos.

Ciclos reproductivos	Consumo de agua (litros/día)
Lechones pos destete	0,8 – 0,9
Lechones final transición	2,5 – 3
Cerdos inicio cebo	3,5 – 4,5
Cerdos final cebo	5 – 6,5
Cerdas gestantes	12 – 15
Cerdas inicio lactancia	10 – 12
Cerdas final lactancia	30 – 40

Fuente: (Barcelo & Collel, 2005).

2.5 **EL SUERO DE QUESERIA**

El suero de queso es el subproducto de la elaboración de quesos, y su composición será tan variable como lo es la gama de quesos producida. Básicamente, es el remanente de un

proceso de descremado (dependiendo del queso que se quiera producir) y de un proceso de coagulación de la caseína (Pechín & Álvarez, 1999).

Para las fábricas de quesos, representa un gran problema disponer la eliminación de grandes volúmenes de suero, por la polución ambiental que se genera y los fuertes olores que desprende su descomposición en superficies abiertas. De manera que una alternativa productiva y económicamente rentable es usar el suero en la alimentación de cerdos (Pechín & Álvarez, 1999).

El suero de queso cuenta con 6-8 % materia seca y está compuesto principalmente por proteína 0,7-0,9 %, lactosa 4,9%, grasa 0,7-0,8 % y Cenizas 0,5-0,6 %. Posee unas 3 500 Kcal en materia seca (MS), lo que, considerando una concentración normal de MS en el suero, significa una 240 Kcal/litro (Pechín & Álvarez, 1999).

En el siguiente cuadro, según (Yáñez & Montalvo, 2013), se muestra la composición de un lactosuero típico. Aquí cabe resaltar que la proteína en los lactosueros incluye la fracción denominada glicomacropéptido, que constituye aproximadamente el 4% de la caseína total y que pasa al lactosuero debido a la acción enzimática del cuajo o renina sobre la caseína. Esta fracción representa cerca del 13 % de la proteína total en un lactosuero típico.

Tabla 9. Composición nutricional de un Lactosuero típico.

Nutrientes	Contenido
Proteína	0,9 %

Caseínas	0,13 %
Proteínas lacto séricas	0,78 %
Grasa	0,3 %
Lactosa	5,1 %
Sales minerales	0,5 %
Solidos Totales	6,8 %
Energía Metabolizable	230 – 235 Kcal/L

Fuente: (Yáñez & Montalvo, 2013)

2.5.1 Tipos de suero de leche

El suero se puede clasificar en tres grupos importantes:

- a) Suero dulce (pH entre 5,8 y 6,6)
- b) Suero medio ácido (pH entre 5,0 y 5,8)
- c) Suero ácido (pH menor de 5,0)

Los sueros dulces son el subproducto de la elaboración de quesos naturales (con cuajo, por ejemplo, tipo Suizo, Cheddar, etc.) o de quesos procesados, y tienen un pH de 5 a 7 (Pechín & Álvarez, 1999).

Los sueros ácidos son producidos a partir del procesado ácido de la caseína (fermentación o agregado de ácidos), por ejemplo en el queso cottage y tiene un pH entre 4 y 5. La excesiva acidez del suero puede provocar algunos problemas digestivos, como prolapsos rectales. Aún con una acidez no tan alta, el suero va deteriorando las instalaciones metálicas o de cemento (Pechín & Álvarez, 1999).

Parte de la lactosa puede fermentar para formar ácidos (principalmente, láctico), por lo que un almacenamiento corto (48 horas a temperatura ambiente) conlleva una progresiva disminución de pH y una pérdida del valor nutricional. Según algunos autores puede perderse el 14 % de la proteína, aunque la pérdida de lactosa (del 37 %) no es tan importante energéticamente ya que genera ácido láctico, que puede ser utilizado por el animal. En general, el suero recogido de las fábricas de queso no se almacena por más de 12 horas y se proporciona a los cerdos en forma continua (Pechín & Álvarez, 1999).

2.5.2 Componentes principales del suero lácteo

El suero lácteo como ya se ha mencionado anteriormente este compuesto de un alto porcentaje de nutrientes, entre los cuales se encuentran la lactosa, proteínas tales como β Lactoglobulina, α -Lactoalbumina, Inmunoglobulinas, Albúmina sérica bovina (BSA); las cuales se describen a continuación (Resinos & Saz, 2006).

2.5.2.1 Lactosa

El suero contiene una alta cantidad de lactosa (hasta el 75% de los sólidos totales). Aunque la lactosa es un buen sustituto para el azúcar en los alimentos dietéticos, tiene también muchas desventajas: no es un azúcar valioso; y es necesario dividirla en glucosa y la galactosa por acción de la enzima Lactasa, ya que no es soluble y no muy dulce (Resinos & Saz, 2006).

La lactosa también se utiliza en la industria farmacéutica, y este requiere un proceso muy tecnificado. Para valorar la lactosa del suero, es posible dividir la lactosa en glucosa y galactosa,

o fermentar la lactosa y obtener diversos productos; tales como aceites de levadura, glicerol, polisacáridos extracelulares, ácido cítrico, vitaminas, aminoácidos, otros ácidos orgánicos y pigmentos carotenoides (Resinos & Saz, 2006).

2.5.2.2 Proteínas

Las proteínas del suero tienen varias características funcionales en soluciones acuosas, como solubilidad, emulsificación y congelación. Pero sobre todo las proteínas del suero se procesan para productos alimenticios ya que contiene también los lípidos, las azúcares, las sales y otras proteínas. Las proteínas más importantes del suero son

- a) **β -Lactoglobulina.**- Esta proteína contiene 50 a 60% del total de la proteína del suero. La lactoglobulina es una fuente rica cisteína un aminoácido esencial, que es importante para la síntesis del glutatión. Una vista esquemática de la β -lactoglobulina (Resinos & Saz, 2006).
- b) **α -Lactoalbumina.**- Esta proteína es considerada cerca del 25% de la proteína total del suero. En la glándula mamaria, la α -lactoalbumina actúa como coenzima en la biosíntesis de la lactosa. En algunos países, la α -lactoalbumina se utiliza comercialmente en fórmulas infantiles para hacerla más similar a la leche humana. Además, la lactoalbumina puede aumentar la inmunidad y reducir el riesgo de algunos cánceres; ya que α -lactoalbumina es una buena fuente de aminoácidos de cadena ramificados (Resinos & Saz, 2006).
- c) **Inmunoglobulinas.**- Las inmunoglobulinas en sueros de los bovinos incluyen IgA, fragmentos de IgG1, de IgG2, y de IgG; IgM; e IgE. Este grupo de proteínas proporciona la inmunidad

pasiva para los infantes y estimula la función inmune en adultos (Resinos & Saz, 2006).

- d) **Albúmina sérica bovina (BSA).**- La albúmina del suero vacuno vincula los ácidos grasos y otras moléculas pequeñas. Debido a su alto contenido del cisteína, la albúmina del suero vacuno puede ser fuente importante para la producción del glutatión en el hígado (Resinos & Saz, 2006).

III. METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación Política

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Cantón: Puerto Quito

Dirección: km 6 ½ Vía Puerto Quito “Hacienda Santa Ana”

3.1.2 Ubicación Geográfica.

El área de investigación se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

Latitud: 00° 02' 37,4172"

Longitud: 79° 21' 24,7968"

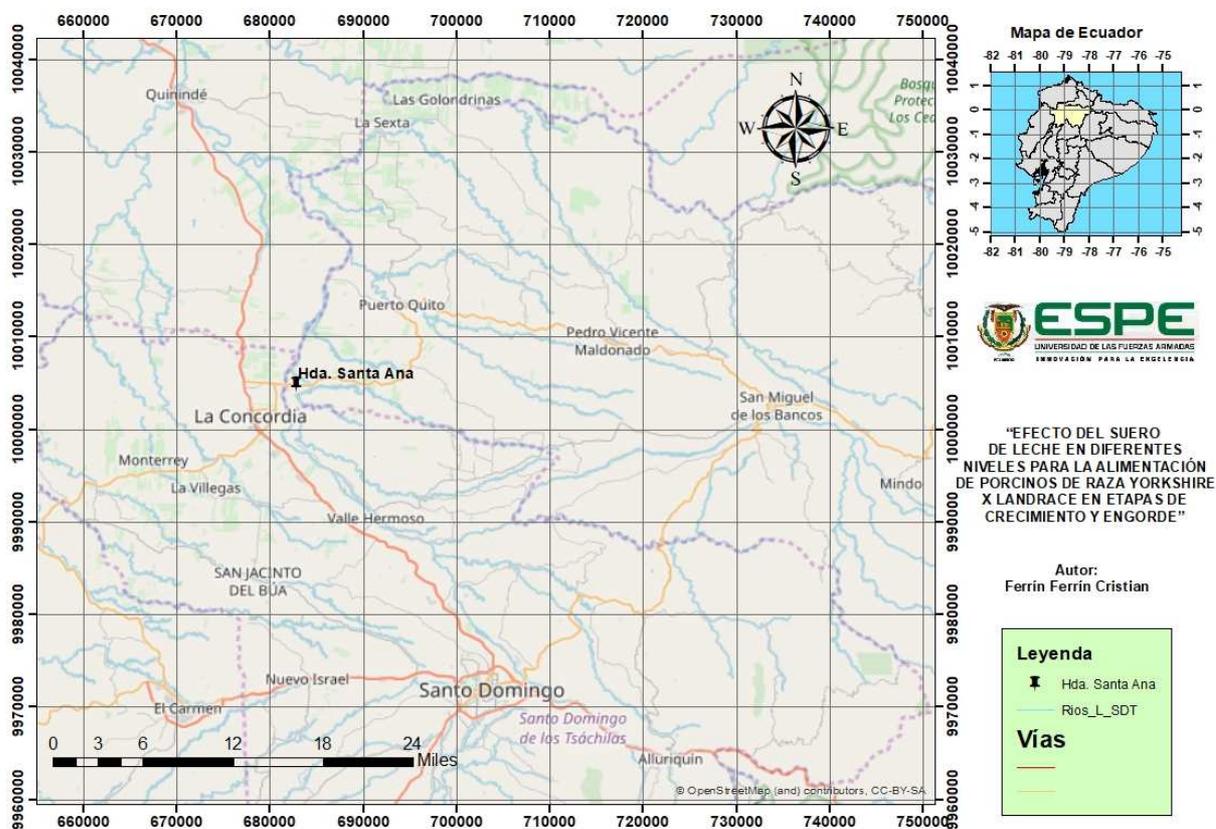


Figura 1. Ubicación geográfica de la investigación

3.1.3 Ubicación Ecológica.

Temperatura media anual:	24,6 °C
Precipitación media anual:	2686 mm/año
Heliofania media anual:	862,2 horas/luz/año
Humedad relativa:	85 %
Zona de vida:	Bosque Húmedo Tropical
Altitud:	217 msnm

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materiales de Oficina.

- Esferos.
- Lápiz.
- Computadora.
- Hojas.
- Corrector.

3.2.2 Materiales de Campo.

- Formulas alimenticias (Balanceado PRONACA + suero de leche).
- Báscula.
- Libreta de campo.
- Fichas de registro
- 32 cerdos de Raza Yorkshire x Landrace de 25 a 30 kg cada uno
(16 hembras y 16 machos).
- 16 corrales.
- Balde de 16 de litros
- Cámara fotográfica.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Diseño Experimental

3.3.1.1 Factor a probar

El factor que se probó en la investigación fue el uso de cuatro fórmulas alimenticias (Balanceado+Suero de leche) en las etapas de crecimiento y engorde, para cerdos de raza F1 Yorkshire X Landrace.

3.3.1.2 Tratamientos a comparar.

A continuación, se presentan los tratamientos con sus respectivas formulas alimenticias.

Tabla 10. Descripción de los Tratamientos por probar en la investigación.

Tratamientos	Fase de crecimiento		Fase de engorde	
	Balanceado (kg/día) por cerdo	Suero (l/día) por cerdo	Balanceado (kg/día) por cerdo	Suero (l/día) por cerdo
T1 (Testigo)	2	0	2,5	0
T2	1,81	4	2	8
T3	1,62	8	1,9	12
T4	1,43	12	1,7	16

Tabla 11. Formulación de Dietas basadas en el Porcentaje de Proteína del Balanceado y Suero de leche para la Alimentación diaria de un cerdo en las Fases de Crecimiento y Engorde.

CRECIMIENTO							
Tratamientos	SUERO DE LECHE			BALANCEADO			S+B
	Porción	Proteína Cruda		Porción	Proteína Cruda		Total
	(l)	(%)	(g)	(g)	(%)	(g)	PC (g)
T1	0	0,85	0	2000	18	360	360
T2	4	0,85	34	1811	18	326	360
T3	8	0,85	68	1622	18	292	360
T4	12	0,85	102	1433	18	258	360

ENGORDE							
Tratamientos	SUERO DE LECHE			BALANCEADO			S+B
	Porción	Proteína Cruda		Porción	Proteína Cruda		Total
	(l)	(%)	(g)	(g)	(%)	(g)	PC (g)
T1	0	0,85	0	2500	17	425	425
T2	8	0,85	68	2100	17	357	425
T3	12	0,85	102	1900	17	323	425
T4	16	0,85	136	1700	17	289	425

PC= Proteína Cruda, l= Litros, g= gramos

Tabla 12. Aporte Energía Metabolizable el Balanceado y Suero de leche para la alimentación diaria de un cerdo en las Fases de Crecimiento y Engorde.

CRECIMIENTO							
Tratamientos	SUERO DE LECHE			BALANCEADO			S+B
	Porción (l)	Energía (kcal/l)	Energía Total (kcal)	Porción (kg)	Energía (kcal/kg)	Energía Total (kcal)	Total EM (kcal)
T1	0	235	0	2,00	3200	6400	6400
T2	4	235	940	1,81	2898	5248	6188
T3	8	235	1880	1,62	2596	4211	6091
T4	12	235	2820	1,43	2293	3287	6107

ENGORDE							
Tratamientos	SUERO DE LECHE			BALANCEADO			S+B
	Porción (l)	Energía (kcal/l)	Energía Total (kcal)	Porción (kg)	Energía (kcal/kg)	Energía Total (kcal)	Total EM (kcal)
T1	0	235	0	2,5	3250	8125	8125
T2	8	235	1880	2,1	2730	5733	7613
T3	12	235	2820	1,9	2470	4693	7513
T4	16	235	3760	1,7	2210	3757	7517

EM= Energía Metabolizable, l= Litro, Kcal= Kilocalorías

3.3.1.3 Tipo de diseño.

El diseño utilizado en la investigación fue un Diseño Completo al Azar (DCA).

El modelo empleado fue:

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

Dónde:

Y_{ij} = Es la respuesta (variable de interés o variable media)

μ = Es la medida general del experimento

τ_i = Es el efecto del tratamiento

ε_{ij} = Es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij}

3.3.1.4 Características de las UE.

Número de unidades experimentales:	16
Área de las unidades experimentales:	4 m ²
Dimensiones:	1,40 x 2,90 m
Área total del ensayo:	96 m ²
Área neta del ensayo:	64 m ²
Forma del ensayo:	Rectangular

3.3.1.5 Croquis del diseño.

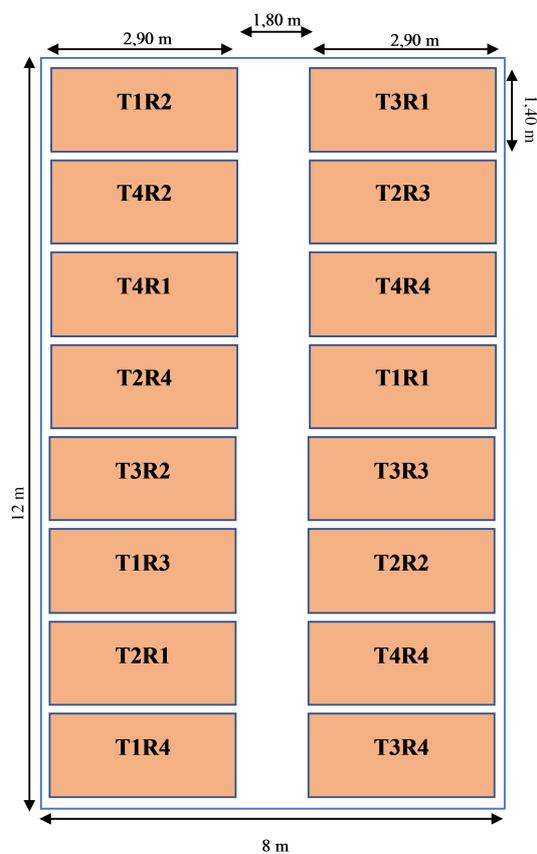


Figura 2. Croquis del diseño

3.3.2 Análisis Estadístico.

3.3.2.1 Esquema de análisis de varianza.

A continuación, se presenta el esquema de análisis de varianza para la investigación.

Tabla 13. Esquema de análisis de varianza para la investigación.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	
Tratamientos	(t-1)	3
Error Experimental	(T-1)-(t-1)	12
Total	(T-1)	15

3.3.2.2 Coeficiente de variación.

Para el cálculo del coeficiente de variación se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{X} * 100$$

Dónde:

CV = Coeficiente de variación.

CM_e = Cuadrado medio del error experimental.

X = Promedio de tratamientos

3.3.2.3 Análisis funcional.

Los datos obtenidos fueron procesados de acuerdo con los siguientes análisis estadísticos.

- Análisis de la Varianza ADEVA.
- Prueba de Tukey para la separación de medias.
- Nivel de significancia $\alpha \leq 0,05$.
- Comparaciones ortogonales entre tratamientos.

3.3.3 **Variables a Medir**

3.3.3.1 Caracterización de las fórmulas alimenticias usadas

Se evaluó el contenido nutricional de los alimentos usados tanto del suero de leche como del concentrado. El balanceado que se utilizó pertenece a la empresa PRONACA, cuyo análisis bromatológico fue obtenido del área nutricional, mientras que para el análisis del suero de leche se utilizaron los equipos de los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, donde se determinaron las siguientes características químicas: pH, acidez titulable, sólidos totales, porcentaje de proteína y porcentaje de grasa siguiendo la metodología que corresponda para cada análisis.

3.3.3.2 Peso inicial a los 70 días de edad (PI 70 DDE)

Se seleccionaron dos cerdos (una hembra y un macho castrado) por unidad experimental, que tenían una edad aproximada de 70 días con un rango de peso entre 30 – 35 kg.

3.3.3.3 Peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE)

Se realizó el pesaje de los cerdos por unidad experimental, cuando alcanzaron una edad de 110 días finalizando la etapa de crecimiento, para lo cual se empleó una báscula.

3.3.3.4 Peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE)

El peso final fue ejecutado por unidad experimental cuando alcanzaron los 150 días de edad, finalizando la etapa de engorde.

3.3.3.5 Consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

Se determinó de acuerdo con la cantidad de alimento suministrado y desperdicio generado, datos que fueron tomados tres veces por semana. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA\ 110\ DDE = \text{Alimento total suministrado} - \text{Desperdicio}.$$

3.3.3.6 Consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).

El consumo de alimento se calculó en base a cantidad de alimento suministrado y desperdicio generado, datos que fueron tomados tres veces por semana. Para esto se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA\ 150\ DDE = Alimento\ total\ suministrado - Desperdicio.$$

3.3.3.7 Ganancia diaria de peso (GDP)

Para esta variable se utilizó la diferencia generada entre el peso inicial y peso final de cada tratamiento y dividiendo para los días transcurridos durante la investigación que fueron 80 días.

$$GDP = \frac{Peso\ final\ (PF) - Peso\ inicial\ (PI)}{Días\ de\ edad}$$

3.3.3.8 Índice de conversión alimenticia (ICA).

Se calculó en base a la relación entre el consumo de alimento total y la ganancia de peso que se obtuvo cuando los animales alcanzaron los 150 días de edad.

$$ICA = \frac{Consumo\ total\ de\ alimento\ (kg)}{Ganancia\ de\ peso\ (kg)}$$

3.3.3.9 Porcentaje de Mortalidad (%M).

Se determinó la mortalidad, en cada uno de los tratamientos utilizando la siguiente fórmula:

$$\%M = \frac{\text{Animales muertos} * 100}{\text{Animales vivos}}$$

3.3.3.10 Costo beneficio (CB).

El indicador costo beneficio se determinó mediante la relación de los ingresos obtenidos, en relación a los egresos generados.

$$CB = \text{Ingresos totales (\$)} - \text{Egresos totales (\$)}.$$

3.3.4 **Métodos Específicos de Manejo del Experimento.**

3.3.4.1 Implantación del Ensayo

En los dieciséis corrales utilizados se distribuyó cada unidad experimental mediante un método al azar.

3.3.4.2 Selección de los Animales

Cada unidad experimental constó de 2 cerdos (un macho castrado y una hembra) de raza Yorkshire x Landrace, los mismos que presentaron un peso entre 30 a 35 kg de peso vivo y una edad de 70 días.

3.3.4.3 Registro de Vacunación de los Animales

Se llevó un registro de vacunación para los animales que ingresaron a la investigación en donde se aplicó las vacunas para Peste Porcina Clásica (PPC), Mycoplasma, Circovirus.

La administración de las vacunas fue de la siguiente manera:

- Peste Porcina Clásica (PPC) a los 42 días de edad, se usó Cepa China en dosis de 2 ml/lechón vía intramuscular.
- Mycoplasma a los 7 días de edad con un refuerzo a los 21 días, se aplicó 2 ml/lechón vía intramuscular.
- Circovirus a los 15 y 30 días de edad en dosis de 2 ml/lechón vía intramuscular. se aplicó 2 ml/lechón vía intramuscular.

3.3.4.4 Desparasitación de los Animales

La desparasitación de los cerdos se llevó a cabo 8 días antes del inicio del ensayo, para ello se usó Fenbendazol al 10%.

3.3.4.5 Medidas de Bioseguridad

Se siguió un estricto control de la bioseguridad en las instalaciones, colocando pediluvios de cemento con carbonato de calcio al ingreso del ensayo. Todo vehículo que ingresó a las instalaciones del ensayo fue desinfectado con el desinfectante CID 20.

Se exigió al personal el uso obligatorio del equipo de protección (overol, botas, guantes, gorra) necesario para cada área de trabajo y se prohibió el uso de accesorios reloj, anillos, aretes, cadenas, gafas y celulares, al interior del área de producción de la granja.

La desratización se ejecutó colocando trampas con venenos, donde cada 15 días se revisaba las trampas y en caso de estar vacías se volvía a colocar el veneno.

3.3.4.6 Limpieza y Desinfección de los Corrales

Se siguió un Plan Operacional Estándar de Sanitización (POES), donde la limpieza de los corrales se realizó de manera diaria, mediante la recolección del estiércol, lavado de pisos y paredes, además se ejecutó la limpieza de los comederos y desinfección de las instalaciones con el uso del desinfectante CID 20 que contiene (Amonio cuaternario 61.5 g/L, Glutaraldehído 58.0

g/L,. Formaldehido 84.0 g/L, Glyoxal 19.8 g/L, Alcohol Isopropanol 40g/L), con la finalidad de mantener el bienestar animal.

3.3.4.7 Alimentación de los animales

Los cerdos fueron alimentados con el balanceado Pro Cerdos (sacos de 40 kg), los mismos que fueron revisados al momento de ingresar al plantel, siempre tomando en cuenta que los sacos no estén rotos, que sean recién elaborados y no presenten adulteraciones.

El tipo de balanceado utilizado para el ensayo fue de crecimiento y engorde. Los comederos donde se colocaba el alimento fueron lavados diariamente para evitar la presencia de moho.

La dieta fue dividida en dos raciones suministradas en dos horarios tanto en la mañana (7:00 am) y en la tarde (1:00 pm).

El suero de leche se obtuvo de la quesería “Santa Ana” ubicada en el km 6 ½ de la vía Puerto Quito. Se tomó muy en cuenta la calidad del suero de leche y la frescura del mismo puesto que debía ser producido y administrado el mismo día para evitar que el suero se fermentara.

Las dosis de suero de leche fueron divididas y administradas dos veces al día, en la mañana (10:00 am), y en la tarde (3:00 pm).

3.3.4.8 Determinación de pH del suero de leche

Se realizó el procedimiento siguiendo las indicaciones de la norma descrita por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC: 973.41)

Para determinar en la bebida la acidez o alcalinidad activa, medida por el valor del PH, se empleó el método electro analítico conocido también como Potenciómetro, en el cual se determina la concentración de una sustancia por la medida del potencial de un electrodo indicador sumergido en la disolución.

Todos los líquidos con agua como constituyente contienen iones libres de hidrógeno (H^+), con carga eléctrica positiva, e iones hidroxilos (OH^-), dotados de carga negativa.

El procedimiento fue el siguiente:

- Se verificó el correcto funcionamiento del potenciómetro.
- Se midieron 25ml de muestra y se colocaron en un vaso de precipitación, se agitaron suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
- Luego se determinó el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del

potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que estos no tocan las paredes del recipiente.

3.3.4.9 Determinación de Acidez titulable

Se realizó de acuerdo con los procedimientos de la NTE (INEN 0013, 1984).

Para la preparación de la muestra se realizó lo siguiente:

- Se llevó la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y se mezcló mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.
- En caso de formarse grumos de crema, se calentó la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; se enfrió rápidamente hasta 18° - 20°C. Si hubiesen quedado partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

El procedimiento consistió en lo siguiente:

- Se realizó la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se lavó y se secó cuidadosamente el matraz Erlenmeyer en la estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 min.

- Se dejó enfriar en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg.
- Se invirtió, lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contenía la muestra preparada; inmediatamente, fue transferida al matraz Erlenmeyer y se pesó con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra.
- Se diluyó el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y se agregó 2 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína.
- Se agregó y se agitó lentamente, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, con el fin de conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida de acuerdo con lo indicado en el paso anterior que desapareció lentamente).
- Se continuó agregando la solución hasta que el color rosado persistió durante 30 s.
- Se procedió a dar lectura de la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm³

La acidez titulable del suero se calculó mediante la ecuación siguiente

$$A = 0,090 \frac{(V * N)}{m_1 - m} * 100$$

Siendo:

A = acidez titulable del suero de leche, en porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m_1 = masa del matraz Erlenmeyer con el suero, en g (INEN, 1984).

3.3.4.10 Determinación de sólidos totales

Se realizó de acuerdo con los procedimientos de la NTE (INEN 0014, 1984). Para la preparación de la muestra se realizó lo siguiente:

- Se llevó la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y se mezcló mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.
- En caso de formarse grumos de crema, se calentó la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; se enfrió rápidamente hasta 18° - 20°C. Si hubiesen quedado partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

El procedimiento fue el siguiente:

- La determinación realizó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se lavó y se secó cuidadosamente la cápsula en la estufa ajustada a $103^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ durante 30 minutos.
- Se dejó enfriar en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg.

- Se invirtió lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contenía la muestra preparada; inmediatamente, se transfirió a la cápsula y se pesó con aproximación al 0,1 mg aproximadamente 5 g de muestra.
- Se colocó la cápsula en el baño María a ebullición durante 30 min, cuidando que su base quede en contacto directo con el vapor.
- Se transfirió la cápsula a la estufa ajustada a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y se calentó durante 3 h.
- Se dejó enfriar la cápsula (con los sólidos totales) en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg.
- Se repitió el calentamiento por períodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.
- Se ubicó la cápsula (con los sólidos totales) cerca de la puerta de la mufla abierta y se mantuvo allí durante unos pocos minutos para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si la cápsula se introduce directamente en la mufla.
- Se introdujo la cápsula en la mufla a $530^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$ hasta que se obtuvo cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtuvo al cabo de 2 ó 3 h).
- Se secó la cápsula (con las cenizas), y se dejó enfriar en el desecador luego se pesó con aproximación al 0,1 mg.
- Se repitió la incineración por periodos de 30 min, enfriando y pesando hasta que no hay disminución en la masa.

El contenido de sólidos totales del suero se calculó mediante la ecuación siguiente:

$$S = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$$

Siendo:

S = contenido de sólidos totales, en porcentaje de masa;

m = masa de la cápsula vacía, en g;

m₂ = masa de la cápsula con el suero (antes de la desecación), en g;

m₁ = masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación), en g.

(INEN, 1984).

3.3.4.11 Determinación de proteína

Se realizó de acuerdo con los procedimientos de la NTE (INEN 0016, 1984) según el Método de Khejdal.

Para la preparación de la muestra se realizó lo siguiente:

- Se llevó la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y se mezcló mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

- En caso de formarse grumos de crema, se calentó la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; se enfrió rápidamente hasta 18° - 20°C. Si hubiesen quedado partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

El procedimiento fue el siguiente:

- La determinación fue realizada por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se pesó, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 5 g de muestra.
- Se transfirió la muestra al matraz Kjeldahl y se agregó el catalizador, formado por 0,7 g de óxido mercuríco (ó 0,65 g de mercurio metálico) y 15 g de sulfato de potasio en polvo (ó 15 g de sulfato de sodio anhidro).
- Se añadió 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, y un trozo pequeño de parafina para reducir la formación de espuma durante la digestión.
- Se agitó el matraz y se colocó en forma inclinada en la hornilla del aparato de Kjeldahl.
- Se calentó suavemente hasta que no se observe formación de espuma, y se aumentó el calentamiento hasta que el contenido del matraz hirvió uniformemente y presentó un aspecto translúcido; se continuó el calentamiento durante 30 minutos y se dejó enfriar.
- Se agregó aproximadamente 200 cm³ de agua destilada, se enfrió la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C, luego se añadió 25 cm³ de la solución de sulfuro alcalino (o tiosulfato de sodio) para luego agitar la mezcla para precipitar el mercurio.

- Se adicionó unas pocas granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
- Se inclinó el matraz y se vertió por sus paredes 50 cm³ de la solución concentrada de hidróxido de sodio, cuidadosamente, para que se formen dos capas.
- Inmediatamente se conectó el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación.
- El extremo de salida del condensador debió estar sumergido en 50 cm³ de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer de 500 cm³ a la cual se agregaron unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
- Se agitó el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y luego se procedió a calentarlo.
- Se destiló hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución acida contenida en el matraz Erlenmeyer, (lo cual se logró después de destilar por lo menos 150 cm³).
- Usando la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, se tituló el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer.

La acidez titulable del suero se calcula mediante la ecuación siguiente

$$P = (1,40)(6,38) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en el suero de leche, en porcentaje de masa.

V_1 = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm^3

N_1 = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V_2 = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm^3 .

N_2 = normalidad de la solución de hidróxido de sodio,

V_3 = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm^3 .

V_4 = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm^3 .

m = masa de la muestra del suero de leche, en g. (INEN, 1984)

3.3.4.12 Determinación de grasa

Se realizó de acuerdo con los procedimientos de la NTE (INEN 0012, 1973) en base Método de De Röse – Gottlieb.

Para la preparación de la muestra se realizó lo siguiente:

- Se llevó la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y se mezcló mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

- En caso de formarse grumos de crema, se calentó la muestra en baño María hasta 35° - 40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; se enfrió rápidamente hasta 18° - 20°C. Si hubiesen quedado partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

El procedimiento aplicado fue el siguiente:

- La determinación se realizó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se secó un matraz Erlenmeyer en la estufa durante 30 a 60 min. Luego se lo dejó enfriar en el desecador y se lo pesó con aproximación a 0,1 mg.
- Se invirtió lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contenía la muestra preparada e, inmediatamente, se transfirió al matraz o tubo de extracción y se pesó con aproximación a 0,1 mg, de 10 a 11 g de muestra.
- Se agregó a la porción de ensayo 1,5 cm³ de solución al 25 % de amoníaco y mezclar completamente. Seguidamente se añadió 10 cm³ de alcohol etílico y se agitó el contenido del matraz o tubo de extracción, manteniéndolo abierto.
- Se añadió 25 cm³ de éter dietílico y, después de cerrar el matraz o tubo de extracción con el tapón humedecido, se mezcló el contenido agitándolo energicamente e invirtiéndolo repetidamente durante 1 minuto.
- Se retiró con mucho cuidado el tapón y se agregó 25 cm³ de éter de petróleo, luego se colocó nuevamente el tapón y se mezcló el contenido agitándolo e invirtiéndolo repetidamente durante 30 segundos.

- Se dejó en reposo el matraz o tubo de extracción hasta que la capa superior etérea llegó a separarse totalmente de la capa acuosa quedando completamente límpida.
- Se quitó cuidadosamente el tapón y se enjuagó con unos pocos mililitros de éter de petróleo el interior del cuello del matraz o tubo de extracción. Se transfirió lo más completamente posible, mediante decantación o con ayuda de un sifón.
- A continuación, se enjuagó el tapón del matraz o tubo de extracción y el sifón con una pequeña porción de éter de petróleo, incorporando esta porción al contenido del matraz Erlenmeyer.
- Se repitió la extracción dos veces más, pero usando cada vez 15 cm³ de éter dietílico y 15 cm³ de éter de petróleo omitiendo el enjuague final en la última extracción.
- Se evaporaron los solventes contenidos en el matraz Erlenmeyer y dejó seca el residuo en la estufa durante una hora, colocando el matraz en posición horizontal.
- Se dejó enfriar el matraz Erlenmeyer en el desecador y se pesó con aproximación a 0,1mg. Se repitió el calentamiento por períodos, de 30 a 60 min, enfriando y pesando hasta que no haya disminución en la masa.
- Se agregaron 20 cm³ de éter de petróleo para verificar si el material extraído es completamente soluble. Seguidamente, se calentó suavemente y se agitó hasta que toda la grasa se haya disuelto.
- Se extrajo la grasa del matraz mediante lavados sucesivos con éter de petróleo tibio, dejando que el material insoluble se asiente antes de cada decantación.
- Se enjuagó la parte exterior del cuello del matraz tres veces y se procedió a calentar el matraz con el material insoluble durante una hora en la estufa, colocándolo en

posición horizontal.

- Se enfrió en el desecador y se lo pesó con aproximación a 0,1 mg. La masa de grasa, en este caso, fue la diferencia entre la masa del matraz con el extracto total y la masa del matraz con el material insoluble.

El contenido de grasa del suero de leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$G = \frac{(m_2 - m_1) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Siendo:

G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra analizada, en g.

m₁ = masa del Erlenmeyer con el extracto, en g.

m₂ = masa del Erlenmeyer vacío, o del Erlenmeyer con el material insoluble, en g.

m₃ = masa del Erlenmeyer con el extracto resultante en la determinación en blanco, en g

m₄ = masa del Erlenmeyer vacío empleado en la determinación en blanco, o del Erlenmeyer con material insoluble, en g (INEN, 1973).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de las formulas alimenticias usadas.

4.1.1 Contenido nutricional del Balanceado

La presente investigación tuvo una duración de 80 días, los cuales se dividieron en dos fases (crecimiento y engorde) de 40 días cada etapa, se utilizó el balanceado comercial “Pro Cerdos” perteneciente a la empresa PRONACA con las siguientes fórmulas, “Pro Cerdos Crecimiento 71-99” y “Pro Cerdos 100” para la etapa de crecimiento que fue comprendida a partir del día 71 hasta el día 110 y para la etapa de engorde se usó la fórmula “Pro Cerdos Engorde 120”, ésta fase fue comprendida a partir del día 111 hasta el día 150 dando por terminada la investigación. Los contenidos nutricionales de las tres fórmulas utilizadas se describen a continuación.

Tabla 14. Contenido nutricional de los balanceados usados en la investigación.

Contenido Nutricional - Balanceados ProCerdos			
Parámetro	ProCerdos Crecimiento 71-99	ProCerdos Engorde 100	ProCerdos Engorde 120
Proteína cruda (% min.)	18,0	17,0	16,0
Grasa cruda (% min.)	4,5	4,0	3,0
Fibra cruda (% máx..)	5,0	5,0	7,0
Cenizas (% máx..)	7,0	6,0	7,0
Humedad (% máx..)	13,0	13,0	13,0

Fuente: (PRONACA, 2019).

4.1.2 Contenido nutricional y análisis químico del suero de leche

El suero de leche fue analizado en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” bajo la norma NTE INEN 0004 usada para el muestreo de leche y productos lácteos. Se obtuvo los resultados de pH, acidez titulable y sólidos totales; así como también se determinaron los contenidos de proteína y grasa con el fin de obtener el valor nutricional.

Se realizaron tres análisis en diferentes periodos y se promediaron los resultados de las pruebas que se exhiben a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 15. Caracterización del suero de leche utilizado en la investigación.

Caracterización del suero de leche						
Muestra	Parámetro	Método	Primera prueba	Segunda prueba	Tercera prueba	Promedio
	pH	AOAC 973.41	6,10	6,09	6,11	6,10
Suero	Acidez titulable (%)	NTE INEN 0013	0,17	0,16	0,15	0,16
de	Sólidos totales (%)	NTE INEN 0014	7,50	6,50	7,00	7,00
leche	Proteína (%)	NTE INEN 0016	0,85	0,81	0,88	0,85
	Grasa (%)	NTE INEN 0012	0,95	0,85	1,2	1,00

Investigaciones realizadas por Pechín y Álvarez (1999), al igual que Bauza, Gil, González, Panissa y Silva (2011) mencionan que, el nivel de proteína puede variar de 0.6% hasta 1.2%, dependiendo de las características de la leche usada en el proceso de elaboración de queso y del tipo de queso.

En la investigación realizada por Yáñez y Montalvo (2013) realizada en el cantón Mejía de la provincia de Pichincha en Ecuador, obtuvieron un contenido de proteína del 0,75% y para grasa un 0,5% a diferencia de la presente investigación se obtuvieron valores del 0,85% en proteína y del 1% de grasa. La discrepancia entre ambos resultados puede corresponder a las características físico-químicas y nutricionales de la leche, considerando que esta proviene de vacas de raza Brown Swiss y Jersey, adaptadas a la zona donde se llevó a cabo la investigación, tales razas cuentan con mayor porcentaje de proteína y grasa en la leche, a diferencia de la raza Holstein usada por Yáñez y Montalvo (2013), dicho ganado de clima frío a pesar de presentar mayores índices de producción cuenta con leche de menor contenido nutricional respecto a las usadas en la presente investigación, según Gasque (2002), la leche de las razas Jersey y Pardo Suizo cuentan con un contenido de proteína de 3,88% y 3,51% respectivamente a diferencia de la raza Holstein con 3,08%, lo mismo sucede en el contenido de grasa con el 3,95% y 5,43% para ambas razas con respecto al contenido de grasa de las vacas Holstein que es de 3,53%.

4.2 Peso vivo.

Los resultados del análisis de varianza y de prueba de separación de medias para el efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza yorkshire x landrace en etapas de crecimiento y engorde, fue presentado en tres períodos considerando el peso inicial a los setenta días de edad (70 DDE), el peso medio correspondiente al término de la etapa de crecimiento a los ciento diez días de edad (110 DDE) y el peso final correspondiente al término de la etapa de engorde a los ciento cincuenta días de edad (150 DDE).

4.2.1 **Peso inicial a los 70 días de edad (PI 70 DDE)**

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 16, se comprueba que no existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de 0,1544 por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa. También se obtuvo un coeficiente de variación de 0,68 % el cual está dentro del rango para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable peso inicial a los 70 días de edad (PI 70 DDE).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	0,29	3	0,1	2,09	0,1544 ns
Testigo vs resto	0,18	1	0,18	3,94	0,0705 ns
T2 vs T3-T4	0,07	1	0,07	1,41	0,2588 ns
T3 vs T4	0,04	1	0,04	0,94	0,3516 ns
Error	0,56	12	0,05		
Total	0,85	15			
Coeficiente de variación (%)	0,68				

Los pesos iniciales no muestran diferencia significativa entre sí, presentando un rango promedio de 30 - 33 kg de peso inicial, este dato concuerda con lo expuesto por Hurtado, Nobre, y Chiquieri (2010) donde manifiesta que la etapa de crecimiento inicia a partir de los 30 kg de peso vivo a los 70 días de edad. Según INTA (2011) los cerdos de 70 días de edad indistintamente de la raza llegan a pesar entre 30 a 35 kg, coincidiendo con los pesos iniciales propuestos en la presente investigación.

4.2.2 **Peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).**

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 17, comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de 0,0001 por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. Se obtuvo un coeficiente de variación de 1,07 % siendo aceptable para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al hacerse las comparaciones más relevantes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto y de igual manera el tratamiento T2 versus T3-T4 demostraron tener diferencias significativas con un p-valor de 0,0002 y 0,0009 respectivamente donde se acepta la hipótesis alternativa, mientras que para la comparación entre los tratamientos T3 versus T4 no muestran diferencias significativas con un p-valor de 0,3406, rechazando la hipótesis alternativa en esta comparación.

Tabla 17. Análisis de varianza para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	27,09	3	9,03	16,52	0,0001 **
T1 (Testigo) vs resto	15,99	1	15,99	29,25	0,0002 **
T2 vs T3-T4	10,57	1	10,57	19,33	0,0009 **
T3 vs T4	0,54	1	0,54	0,98	0,3406 ns
Error	6,56	12	0,55		
Total	33,65	15			
Coefficiente de variación (%)	1,07				

La comparación entre tratamientos de los pesos medios mediante la prueba de Tukey mostrada en la figura 3, expresa que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los

cuales presentaron dos rangos de significancia ya que los tratamientos T4 (B 1,43 kg + S 12 l) y T3 (B 1,62 kg + S 8 l) presentaron los más altos pesos compartiendo la categoría (A) con promedios de 70,56 kg y 70,04 kg respectivamente, mientras que los tratamientos T1 (Testigo) y T2 (B 1,81 kg + S 4 l) con pesos promedios de 68,31 kg y 67,33 kg respectivamente comparten la categoría (B) siendo inferiores a los demás tratamientos.

Según la investigación realizada por Haberkorn (2018), los cerdos alimentados con dietas a base de balanceado más suero de leche presentan mayor peso al finalizar la etapa de crecimiento, respecto a las dietas que incluían únicamente balanceado; esto concuerda con los resultados obtenidos en la presente investigación donde la diferencia es notable en los tratamientos que se incluyó suero de leche, obtuvieron hasta $3 \pm 0,5$ kg de peso por encima del tratamiento testigo con una dieta exclusivamente con balanceado.

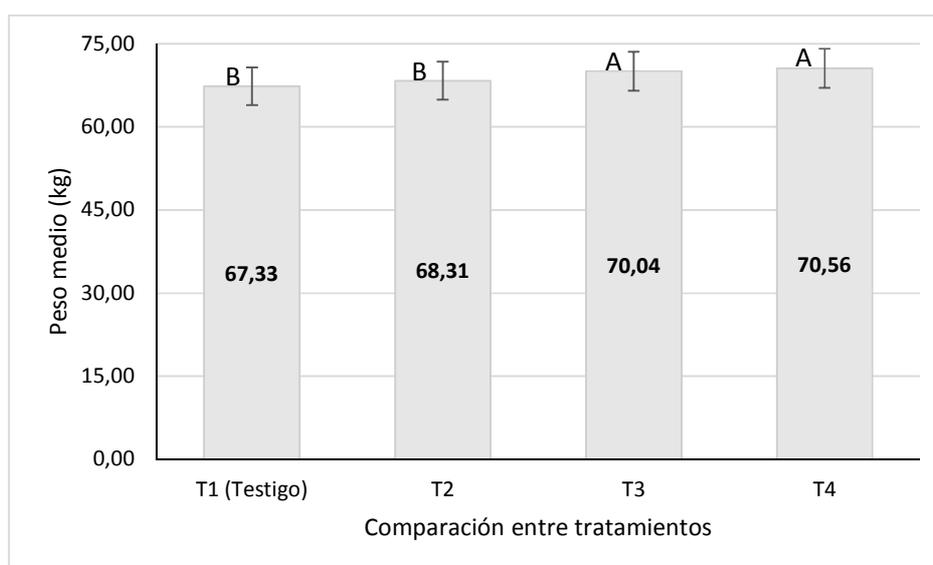


Figura 3. Prueba de Tukey para la variable peso medio a los 110 días (PM 110 DDE).

Como se observa en la figura 4 al establecer la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) vs el resto de tratamientos, la prueba de Tukey para la variable peso medio (PM 110 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la primera categoría (B), se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con un peso promedio de 67,33 kg y para la categoría (A) se encuentra el resto de tratamientos que agrupados obtienen un peso promedio de 69,64 kg.

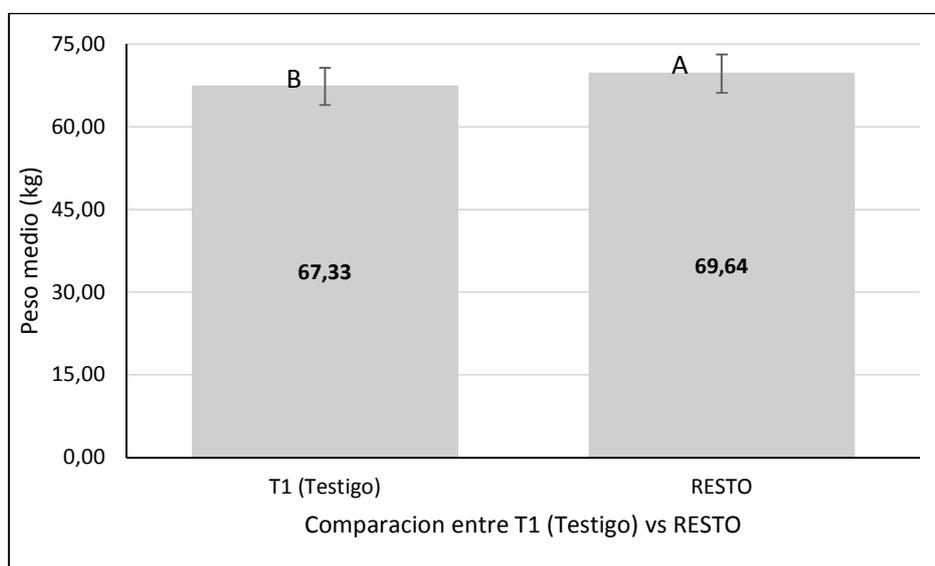


Figura 4. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).

En la figura 5 se establece la comparación entre el tratamiento T2 (B 1,81 kg + S 4 l) versus los tratamientos T3 (B 1,62 kg + S 8 l) y T4 (B 1,43 kg + S 12 l), la prueba de Tukey para la variable peso medio (PM 110 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T2 con un peso promedio de 67,33 kg y para la categoría (A) se encuentran los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un peso promedio de 69,64 kg.

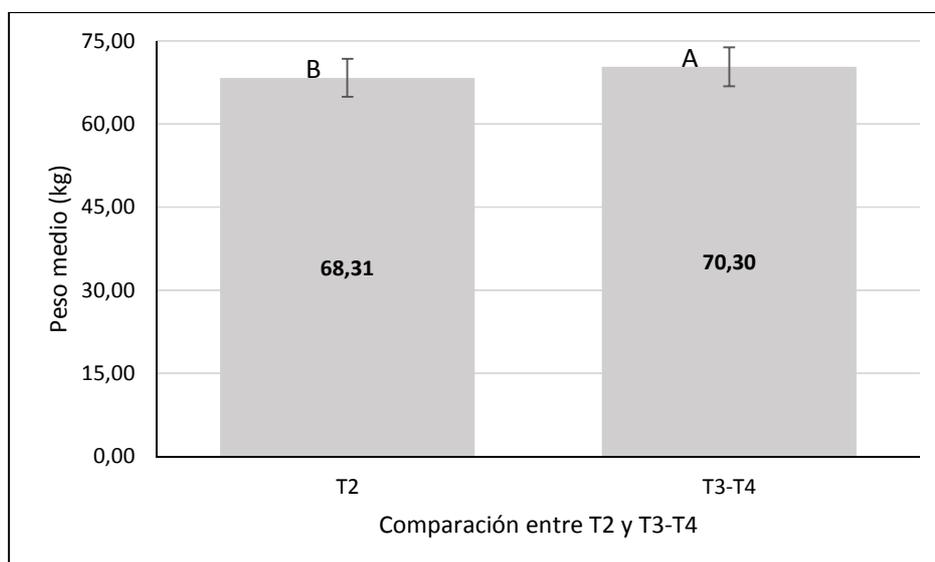


Figura 5. Comparación entre T2 vs T3-T4 para la variable peso medio a los 110 días de edad (PM 110 DDE).

4.2.3 **Peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).**

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 18, se comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de $<0,0001$ por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. También se obtuvo un coeficiente de variación de 1,89 el cual está dentro del rango para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al hacerse las comparaciones pertinentes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto de tratamientos y de igual manera el tratamiento T2 versus T3-T4 así como el tratamiento T3 vs T4, demostraron tener diferencias significativas

entre si con un p-valor de $<0,0001$, $<0,0001$ y $0,0105$ respectivamente donde se acepta la hipótesis alternativa en todas las comparaciones.

Tabla 18. Análisis de varianza para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	468,17	3	156,06	40,03	$<0,0001$ **
T1 (Testigo) vs resto	283,24	1	283,24	72,65	$<0,0001$ **
T2 vs T3-T4	149,13	1	149,13	38,25	$<0,0001$ **
T3 vs T4	35,81	1	35,81	9,18	0,0105 *
Error	46,78	12	3,9		
Total	514,96	15			
Coefficiente de variación	1,89				

La comparación entre tratamientos de los pesos finales mediante la prueba de Tukey mostrados en la figura 6 , expresa que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron cuatro rangos de significancia donde el tratamiento T4 (B 1,7 kg + S 16 l) ocupa la categoría (A) con peso promedio de 111,51 kg colocándose por encima del resto de tratamientos seguido del T3 (B 1,9 kg + S 12 l) que presentó un peso promedio de 107,28 kg ocupando la categoría (B) mientras que el T2 (B 2 kg + S 8 l) presentó un peso promedio de 101,91 kg ocupando la categoría (C) y finalmente ocupando la categoría (D) el tratamiento T1 (Testigo) con un peso promedio de 97,18 kg siendo inferior a los demás tratamientos.

En la investigación realizada por Aguilar, Bolaños y Sánchez (2017). Determinaron los efectos de los tratamientos (niveles de suero) sobre los pesos vivos de los cerdos, al final de las fases de desarrollo y engorde se dónde los tratamientos produjeron diferencias estadísticas

significativas, siendo mayores los pesos de uno de los tratamientos donde se incluyó el suero de leche con promedio de peso vivo más alto de 103,37 kg/animal.

Los resultados obtenidos por los mencionados autores concuerdan con los obtenidos en la presente investigación ya que se dieron diferencias significativas de igual manera en los tratamientos donde se suministró suero de leche obteniendo mejores resultados los tratamientos que incluyeron suero en sus dietas a diferencia del tratamiento que consumió exclusivamente balanceado.

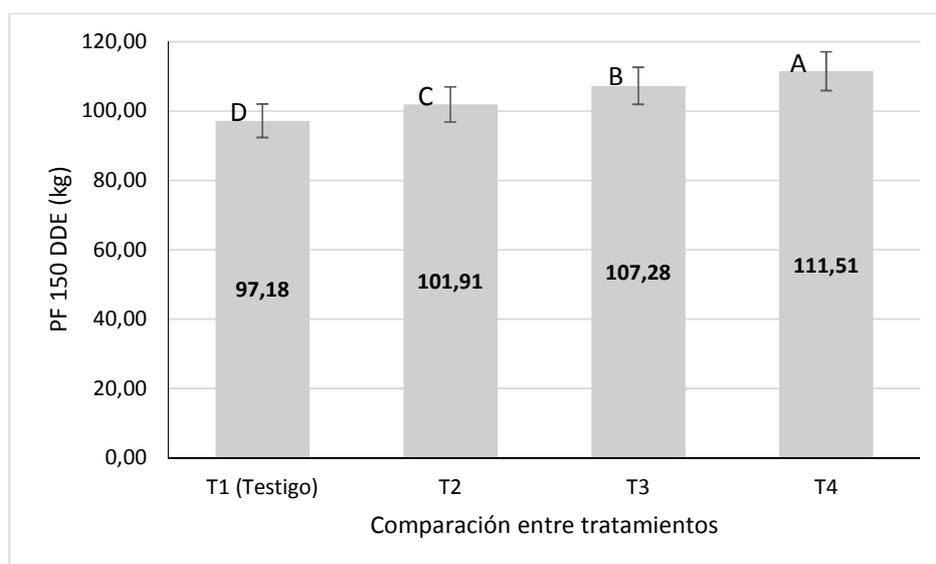


Figura 6. Prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).

Como se observa en la figura 7 al establecer la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto, la prueba de Tukey para la variable peso final (PF 150 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la primera categoría (B), se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con un peso promedio de 97,18 kg y para la categoría (A) se encuentra el resto de tratamientos que agrupados obtienen un peso promedio de 106,90 kg.

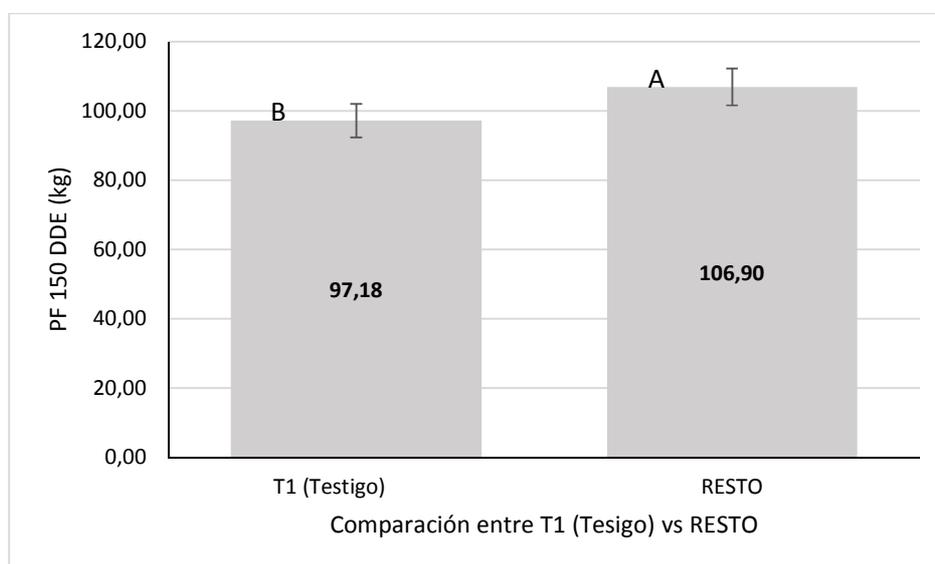


Figura 7. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días se edad (PF 150 DDE).

En la figura 8 se establece la comparación entre el tratamiento T2 (B 2 kg + S 12 l) versus los tratamientos T3 (B 1,9 kg + S 12 l) y T4 (B 1,7 kg + S 16 l), la prueba de Tukey para la variable peso final (PF 150 DDE).

Se muestra dos categorías de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T2 con un peso promedio de 101,91 kg y para la categoría (A) se encuentran los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un peso promedio de 109,40 kg.

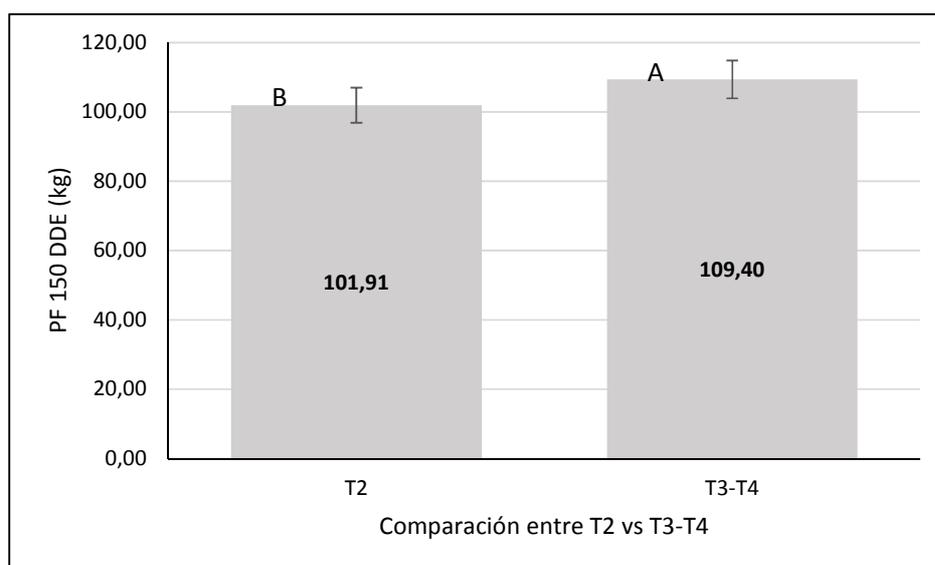


Figura 8. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).

En la figura 9 se establece la comparación entre el tratamiento T3 (B 1,9 kg + S 12 l) versus el tratamiento T4 (B 1,7 kg + S 16 l) , donde la prueba de Tukey para la variable peso final (PF 150 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T3 con un peso promedio de 107,28 kg y para la categoría (A) se encuentra el tratamiento T4 con un peso promedio de 111,51 kg.

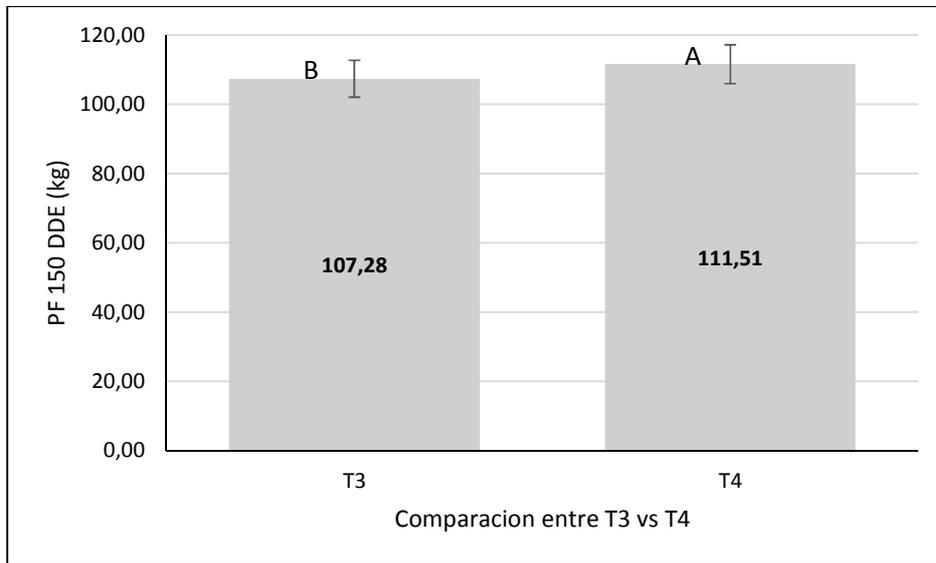


Figura 9. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable peso final a los 150 días de edad (PF 150 DDE).

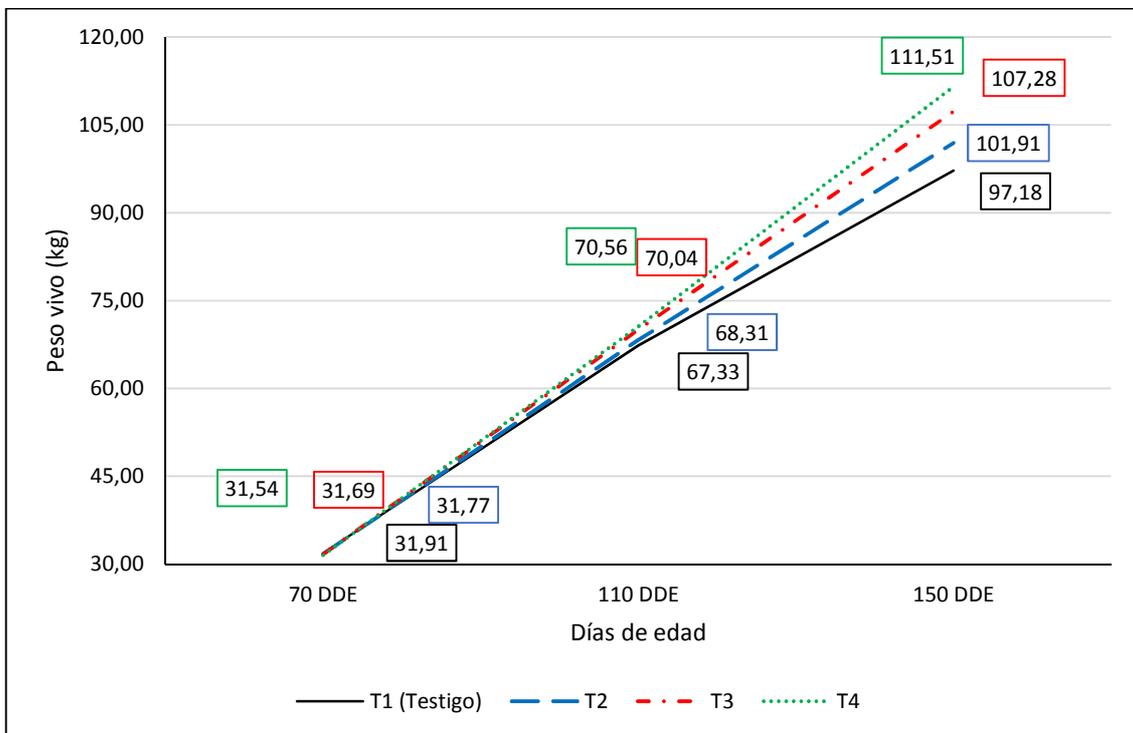


Figura 10. Evolución del peso vivo de los animales evaluados

En la figura 10 se muestra la evolución constante emitida para las variables peso inicial, peso medio y peso final, atribuyéndole un peso promedio de arranque de 31,73 kg a una edad de 70 días, conforme transcurría el ensayo este peso fue aumentando progresivamente, dando como resultado que a los 110 días de edad el mejor tratamiento fue el tratamiento T4 (B 1,43 kg + S 12 l) con un peso promedio de 70,56 kg/animal, proseguido por una pequeña diferencia del tratamiento T3 (B 1,6 kg + S 8 l) con un promedio de 70,04 kg/animal.

A los 150 días de edad el mejor tratamiento fue el tratamiento T4 (B 1,7 kg + S 16 l), situándose por encima del resto de tratamientos, sobre todo respecto al tratamiento testigo obteniendo 14,33 kg de diferencia.

4.3 Consumo de alimento.

Los resultados del análisis de varianza y de prueba de separación de medias para la variable consumo en el efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza yorkshire x landrace en etapas de crecimiento y engorde, fue presentado en dos períodos considerando el consumo correspondiente al término de la etapa de crecimiento a los ciento diez días de edad (110 DDE) y el consumo correspondiente al término de la etapa de engorde a los ciento cincuenta días de edad (150 DDE).

4.3.1 Consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 19, comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor $<0,0001$ por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. También se obtuvo un coeficiente de variación de 0,75 el cual está dentro del rango para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al hacerse las comparaciones pertinentes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) vs el resto de tratamientos y de igual manera el tratamiento T2 vs T3-T4 así como el tratamiento T3 vs T4, demostraron tener diferencias significativas entre si con un p-valor de $<0,0001$, $<0,0001$ y 0,008 respectivamente donde se acepta la hipótesis alternativa en todas las comparaciones.

Tabla 19. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	365,38	3	121,79	326,76	$<0,0001$ **
Testigo vs resto	320,13	1	320,13	858,86	$<0,0001$ **
T2 vs T3-T4	41,5	1	41,5	111,34	$<0,0001$ **
T3 vs T4	3,75	1	3,75	10,07	0,008 **
Error	4,47	12	0,37		
Total	369,85	15			
Coeficiente de variación	0,75				

En la comparación entre tratamientos del consumo con la prueba de Tukey mostrada en la figura 11, expresa que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron cuatro rangos de significancia donde el tratamiento T4 (B 1,43 kg + S 12 l) ocupa la

categoría (A) con consumo promedio de 85,90 kg colocándose por encima del resto de tratamientos seguido del T3 (B 1,61 kg + S 8 l) que presentó un consumo promedio de 84,53 kg ocupando la categoría (B) mientras que el T2 (B 1,72 kg + S 4 l) presentó un consumo promedio de 81,27 kg ocupando la categoría (C) y finalmente ocupando la categoría (D) el tratamiento T1 (Testigo) con un peso promedio de 73,57 kg siendo inferior a los demás tratamientos.

La figura 11, muestra como el tratamiento que consumió más alimento fue el T4, este fue precisamente el tratamiento donde se proporcionó mayor cantidad de suero de leche y una menor porción de suero de leche.

Investigaciones como la realizada por Haberkorn (2018) así como una realizada por Yáñez y Montalvo (2013) coinciden en que los tratamientos donde se incluyó suero redujeron notablemente el consumo de balanceado, los mencionados autores atribuyen este resultado a la alta palatabilidad del suero de leche y su excelente digestibilidad por lo que se puede corroborar dicho argumento para la presente investigación; no obstante en aquellas investigaciones señalan al tratamiento donde se otorgó mayor cantidad de suero como el tratamiento con menor consumo, resultados que difieren con la presente investigación por tal motivo cabe aclarar que en efecto el T4 presentó un menor consumo de balanceado mas no de alimento total en MS, tal como lo recomienda Bauza, Gil, González, Panissa, y Silva (2011) planteando lo siguiente: “Las comparaciones deben ser hechas con niveles de ingestión de materia seca similares, aspecto que puede ser difícil de lograr. Por lo tanto, las diferencias de resultado observadas en la alimentación con dietas de suero líquido pueden ser atribuidas tanto al nivel de ingestión de MS

como a la calidad nutritiva de la misma”. Por lo tanto, el T4 fue mejor tratamiento para la variable consumo de alimento considerando el aporte de MS del suero de leche.

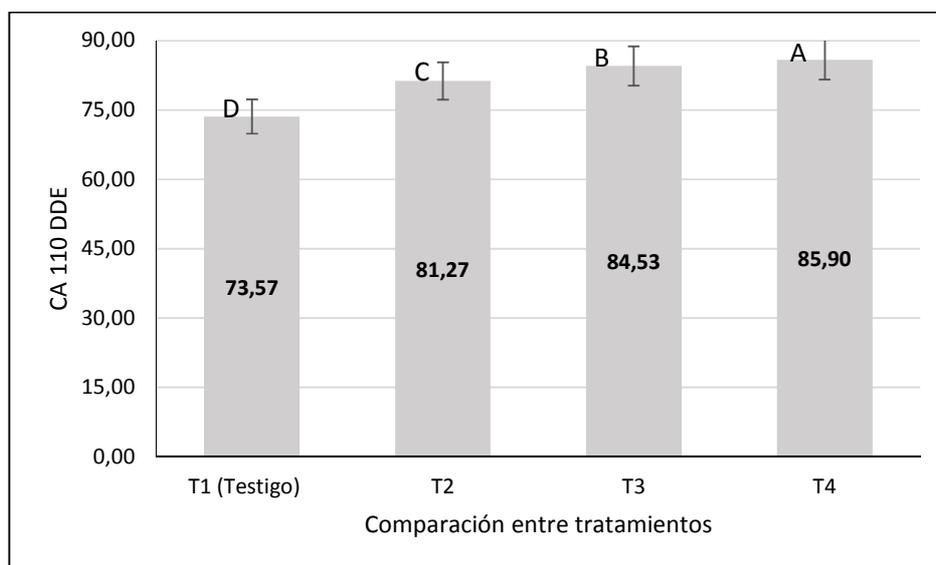


Figura 11. Prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

Como se observa en la figura 12 al establecer la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto de tratamientos, la prueba de Tukey para la variable consumo a los 110 días de edad (CA 110 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con un consumo promedio de 73,57 kg y para la categoría (A) se encuentra el resto de tratamientos que agrupados obtienen un peso promedio de 83,90 kg.

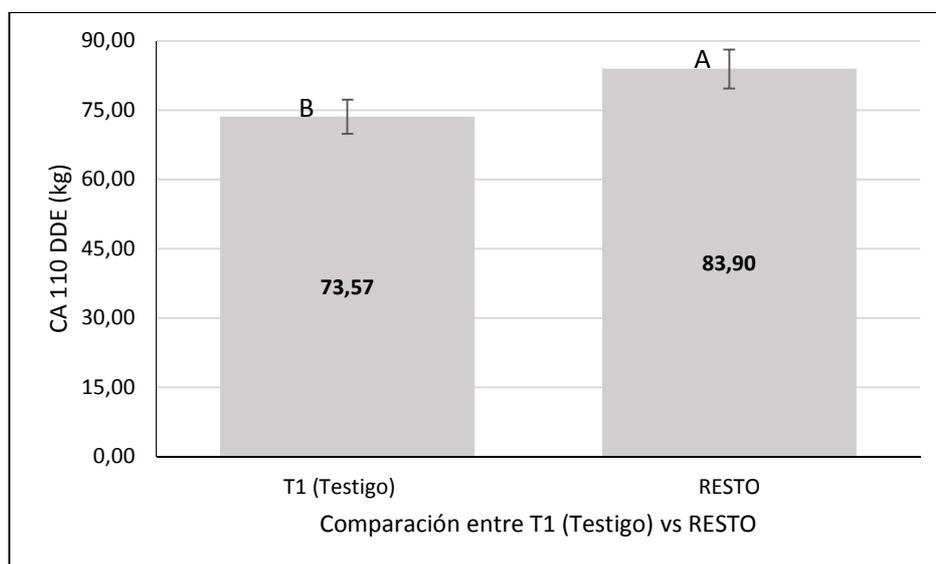


Figura 12. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

En la figura 13 se establece la comparación entre el tratamiento T2 (B 1,72 kg + S 4 l) versus los tratamientos T3 (B 1,61 kg + S 8 l) y T4 (B 1,43 kg + S 12 l), la prueba de Tukey para la variable consumo a los 110 días de edad (CA 110 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T2 con un consumo promedio de 81,27 kg y para la categoría (A) se encuentran los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un peso promedio de 85,22 kg.

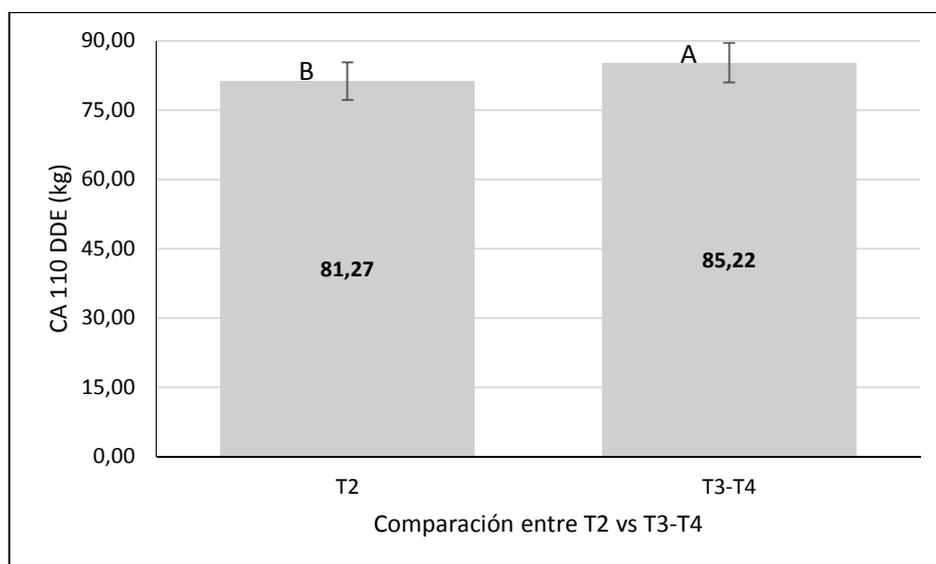


Figura 13. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

En la figura 14 se establece la comparación entre el tratamiento T3 (B 1,61 kg + S 8 l) versus el tratamiento T4 (B 1,43 kg + S 12 l), donde la prueba de Tukey para la variable consumo a los 110 días de edad (CA 110 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T3 con un consumo promedio de 84,53 kg y para la categoría (A) se encuentra el tratamiento T4 con un consumo promedio de 85,90 kg.

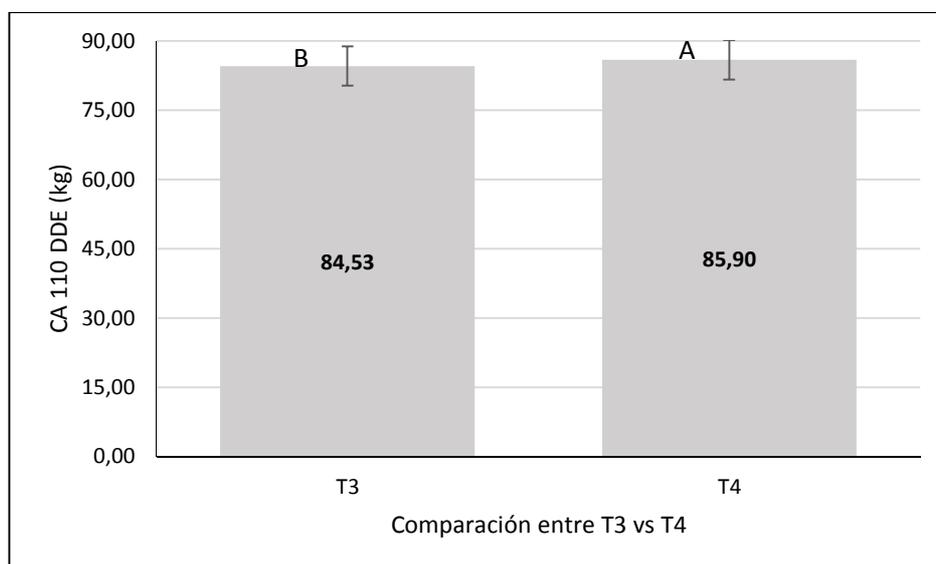


Figura 14. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 110 días de edad (CA 110 DDE).

4.3.2 Consumo de alimento hasta los 150 días (CA 150 DDE).

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 20, se comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de $<0,0001$ por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se obtuvo un coeficiente de variación de 0,97% el cual está dentro del rango para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al hacerse las comparaciones pertinentes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto y de igual manera el tratamiento T2 versus T3-T4 así como el tratamiento T3 vs T4, demostraron tener diferencias significativas entre si con un p-

valor de <0,0001, <0,0001 y 0,001 respectivamente por lo que se acepta la hipótesis alternativa en todas las comparaciones.

Tabla 20. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 110 DDE).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	496,61	3	165,54	162,72	<0,0001 **
Testigo vs resto	387,38	1	387,38	380,78	<0,0001 **
T2 vs T3-T4	90,02	1	90,02	88,48	<0,0001 **
T3 vs T4	19,22	1	19,22	18,89	0,001 **
Error	12,21	12	1,02		
Total	508,82	15			
Coefficiente de variación (%)	0,97				

La comparación entre tratamientos para la variable consumo a los 150 días de edad mediante la prueba de Tukey, expuestos en la figura 15, expresa que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron cuatro rangos de significancia donde el tratamiento T4 (B 1,7 kg + S 16 l) ocupa la categoría (A) con un consumo promedio de 110,13 kg colocándose por encima del resto de tratamientos seguido del T3 (B 1,9 kg + S 12 l) que presentó un consumo promedio de 107,03 kg ocupando la categoría (B) mientras que el T2 (B 2 kg + S 8 l) presentó un consumo promedio de 102,77 kg ocupando la categoría (C) y finalmente ocupando la categoría (D) el tratamiento T1 (Testigo) con un consumo promedio de 95,28 kg siendo inferior a los demás tratamientos.

En la figura 15 se puede observar que el T4 fue el mejor tratamiento, el cual consistió en el mayor suministro de suero de leche y menor porción de balanceado con respecto al resto de

tratamientos. En la investigación de (Bauza, González, Panissa, Petrocelli, & Miller, 2004) los tratamientos que incluyeron suero de queso generaron un mayor el ahorro de ración concentrada, lo que se asocia, seguramente, a la mayor tasa de pasaje y digestibilidad del suero.

En dicha investigación los animales que recibieron menor cantidad de concentrado incrementaron significativamente la ingestión de suero con respecto al tratamiento con menor contenido del suero y mayor de balanceado con el fin de compensar el consumo de MS total. Tales resultados concuerdan con los obtenidos en la presente investigación donde no solo los tratamientos T2, T3 y T4 permitieron un mayor ahorro de ración balanceada, sino que comparándolos entre sí de igual manera se obtuvo mejores resultados en el T4 siendo el tratamiento donde se ofreció mayor cantidad de suero de leche.

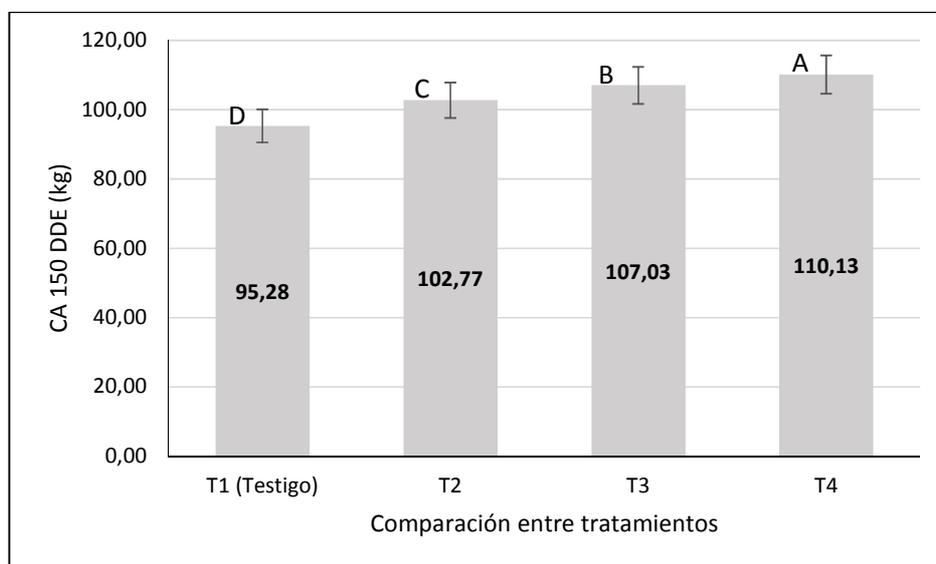


Figura 15. Prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta a los 150 días de edad (CA 150 DDE).

Como se observa en la figura 16 al establecer la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto, la prueba de Tukey para la consumo a los 150 días de edad (PF 150 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con un consumo promedio de 95,28 kg y para la categoría (A) se encuentra el resto de tratamientos que agrupados obtienen un consumo promedio de 106,64 kg.

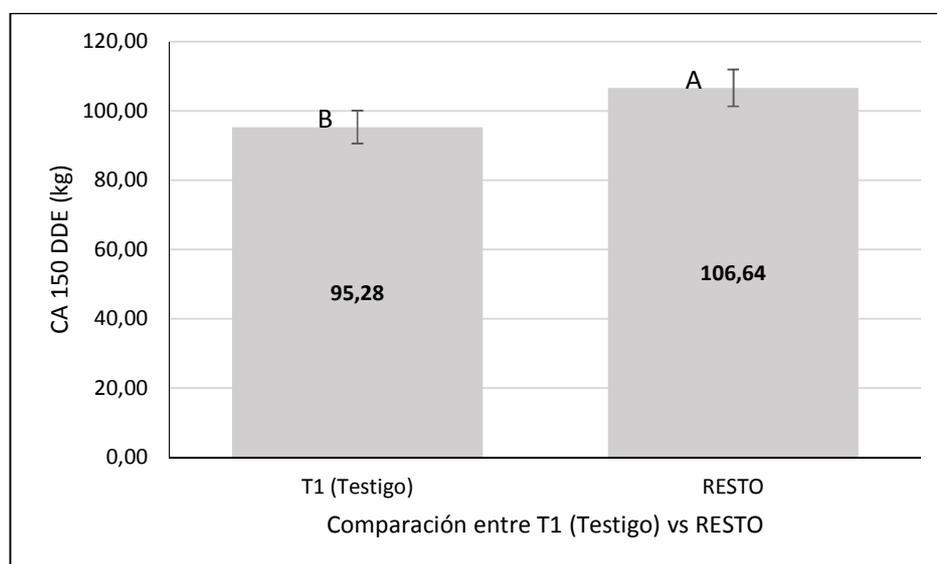


Figura 16. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).

En la figura 17 se indica la comparación entre el tratamiento T2 (B 2 kg + S 8 l) versus los tratamientos T3 (B 1,9 kg + S 12 l) y T4 (B 1,7 kg + S 16 l), la prueba de Tukey para la variable consumo a los 150 días de edad (CA 150 DDE).

Presenta dos categorías de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T2 con un consumo promedio de 102,77 kg y para la categoría (A) se encuentran los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un consumo promedio de 108,58 kg.

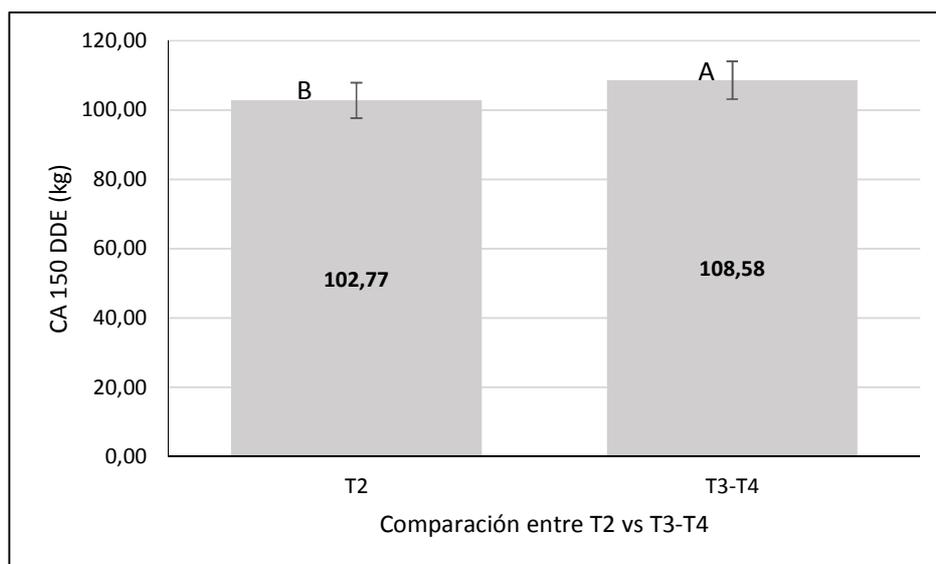


Figura 17. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).

En la figura 18 se establece la comparación entre el tratamiento T3 (B 1,9 kg + S 12 l) versus el tratamiento T4 (B 1,7 kg + S 16 l), donde la prueba de Tukey para la variable consumo a los 150 días de edad (CA 150 DDE), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T3 con un consumo promedio de 107,03 kg y para la categoría (A) se encuentra el tratamiento T4 con un consumo promedio de 110,13 kg.

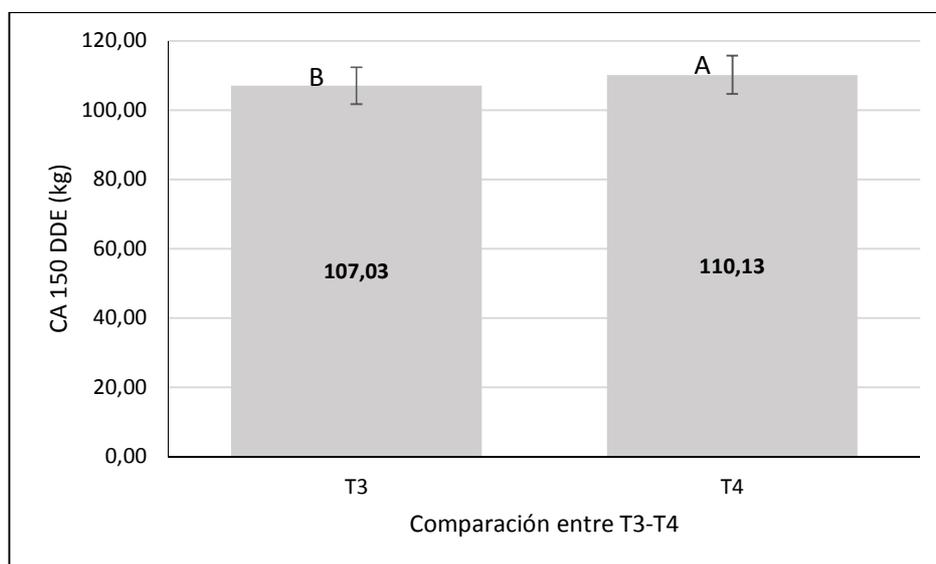


Figura 18. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable consumo de alimento hasta los 150 días de edad (CA 150 DDE).

4.4 Ganancia diaria de peso.

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 21, se comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de $<0,0001$ por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. También se obtuvo un coeficiente de variación de 2,27% siendo un porcentaje aceptable para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al realizar las comparaciones más relevantes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) vs el resto de tratamientos y de igual manera el tratamiento T2 versus T3-T4 así como el tratamiento T3 vs T4, demostraron tener diferencias significativas entre si con un p-valor de $<0,0001$, $<0,0001$ y 0,0094 respectivamente donde se acepta la hipótesis alternativa en todas las comparaciones.

Tabla 21. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	76032,78	3	25344,26	46,52	<0,0001 **
Testigo vs resto	46543,71	1	46543,71	85,42	<0,0001 **
T2 vs T3-T4	24285,03	1	24285,03	44,57	<0,0001 **
T3 vs T4	5204,04	1	5204,04	9,55	0,0094 **
Error	6538,25	12	544,85		
Total	82571,03	15			
Coeficiente de variación (%)	2,27				

En la comparación entre tratamientos para la variable ganancia diaria de peso (GDP) usando la prueba de Tukey mostrada en la figura 19, expone que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron cuatro rangos de significancia donde el tratamiento T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l) ocupa la categoría (A) con ganancia diaria de peso promedio de 997,73 g colocándose por encima del resto de tratamientos seguido del T3 (Crecimiento-B 1,61 kg + S 8 l; Engorde- B 1,9 kg + S 12 l) que presentó una ganancia diaria de peso promedio de 946,72 g ocupando la categoría (B) mientras que el T2 (Crecimiento-B 1,81 kg + S 4 l; Engorde- B 2 kg + S 8 l) presentó una ganancia diaria de peso promedio de 876,80 g ocupando la categoría (C) y finalmente ocupando la categoría (D) el tratamiento T1 (Testigo) con una ganancia diaria de peso promedio de 815,86 g siendo inferior a los demás tratamientos.

En investigación realizada por Bauzá, González, Silva, Capra, y Grompone (2007) el tratamiento T4 obtuvo los mejores resultados con una ganancia diaria de peso de 905 g, tal tratamiento consistió en suministrar a los cerdos raciones de concentrado más suero de leche en

diferentes niveles y supero a los otros tratamientos T1, T2 y T3 que se basaron en el consumo de concentrado y otras materias primas.

La presente investigación consiguió resultados similares e incluso con mayores valores puesto que el mejor tratamiento resulto ser el T4 con una GDP de 997,73 g, se asume que el motivo de dicho resultado superior se debe a que para esta investigación se utilizó un suero de leche con mayores contenidos nutricionales los cuales se vieron reflejados en la conformación de carne y en consecuencia el incremento de ganancia diaria de peso,

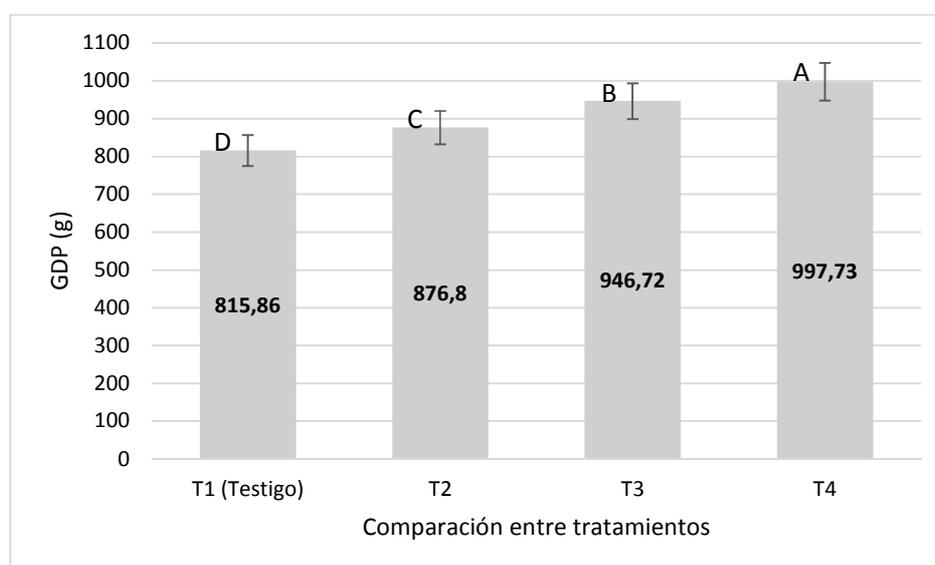


Figura 19. Prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

Como se observa en la figura 20 al establecer la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto de tratamientos, la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T1 (Testigo) con una ganancia diaria de peso de 815,86 g y para la categoría (A) se encuentra el resto de tratamientos que agrupados obtienen una ganancia diaria de peso promedio de 940,42 g.

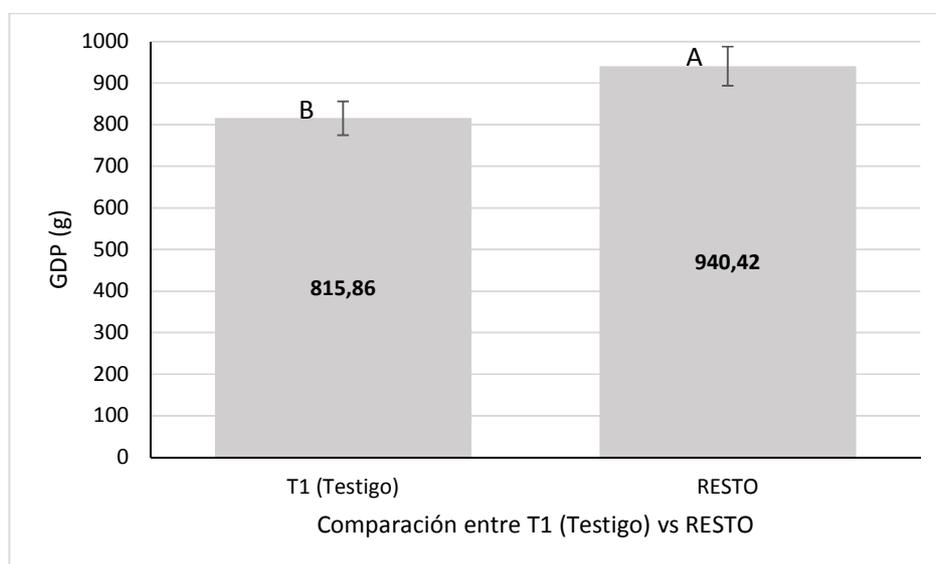


Figura 20. Comparación entre T1 (Testigo) vs resto usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

En la figura 21 se establece la comparación entre el tratamiento T2 (Crecimiento-B 1,81 kg + S 4 l; Engorde- B 2 kg + S 8 l) versus los tratamientos T3 (Crecimiento-B 1,61 kg + S 8 l; Engorde- B 1,9 kg + S 12 l) y T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l), la prueba de Tukey para la variable ganancia de peso diaria (GDP).

Presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T2 con una GDP promedio de 876,80 g y para la categoría (A) se encuentran los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un peso promedio de 972,23 g.

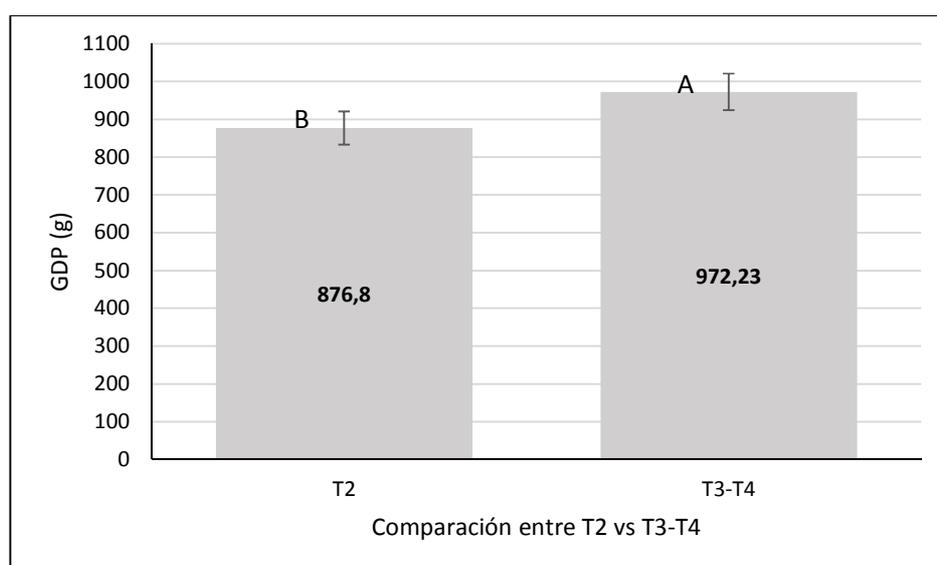


Figura 21. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

En la figura 22 se establece la comparación entre el tratamiento T3 (Crecimiento-B 1,61 kg + S 8 l; Engorde- B 1,9 kg + S 12 l) versus el tratamiento T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l), donde la prueba de Tukey para la variable ganancia de peso (GDP), presenta dos rangos de significancia, en la categoría (B), se encuentra el tratamiento T3 con una ganancia diaria de peso promedio de 946,72 g y para la categoría (A) se encuentra el tratamiento T4 con ganancia diaria de peso promedio de 997,73 g.

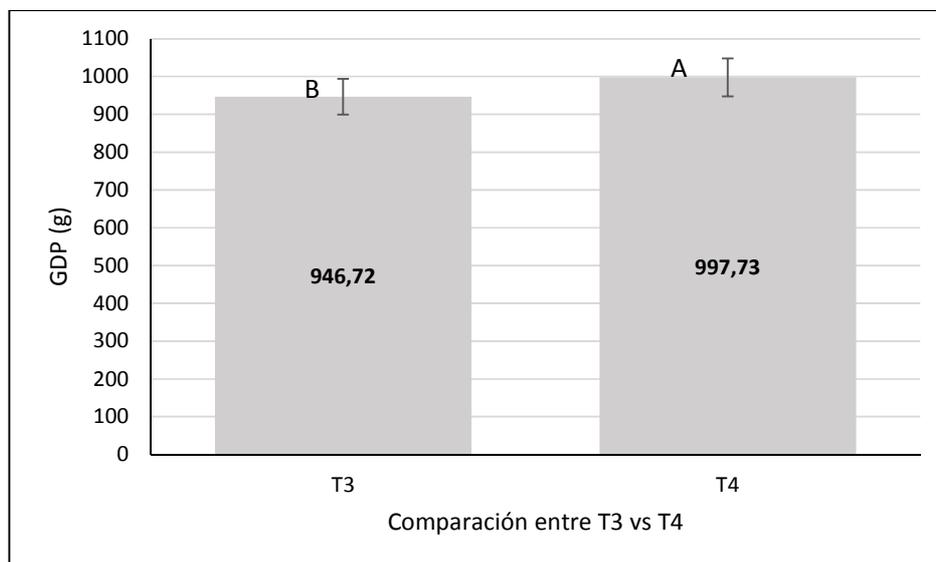


Figura 22. Comparación entre T3 vs T4 usando la prueba de Tukey para la variable ganancia diaria de peso (GDP).

4.5 Índice de conversión alimenticia.

Según el análisis de varianza expuesto en tabla 22, se comprueba que, si existe diferencia estadística significativa, entre los tratamientos, con un p-valor de 0,0411 por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa. También se obtuvo un coeficiente de variación de 2,88 el cual está dentro del rango para investigaciones bajo condiciones semi controladas.

Al hacerse las comparaciones pertinentes se obtuvo que la comparación entre el tratamiento T1 (Testigo) versus el resto y de igual manera la comparación del tratamiento T3 vs T4 demostraron no tener diferencias significativas entre si con un p-valor de 0,2606 y 0,202 respectivamente por tanto se rechaza la hipótesis alternativa para estas comparaciones, mientras que en la comparación T2 versus T3-T4 con un p-valor 0,0149 demuestra que si existe diferencia significativa entre ambos aceptando la hipótesis alternativa en este caso.

Tabla 22. Análisis de varianza para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamientos	0,06	3	0,02	3,76	0,0411 *
Testigo vs resto	0,01	1	0,01	1,39	0,2606 ns
T2 vs T3-T4	0,04	1	0,04	8,06	0,0149 *
T3 vs T4	0,01	1	0,01	1,82	0,202 ns
Error	0,06	12	0,01		
Total	0,13	15			
Coeficiente de variación (%)	2,88				

En la comparación entre tratamientos para la variable índice de conversión alimenticia (ICA) usando la prueba de Tukey mostrada en la figura 23, expone que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron tres rangos de significancia donde el tratamiento T2 (Crecimiento-B 1,81 kg + S 4 l; Engorde- B 2 kg + S 8 l) ocupa la categoría (A) con un ICA promedio de 2,62 colocándose por encima del resto de tratamientos seguido del T1 (Testigo) y T3 (Crecimiento-B 1,61 kg + S 8 l; Engorde- B 1,9 kg + S 12 l) que presentó un ICA promedio de 2,59 y 2,53 respectivamente compartiendo la categoría (AB) y finalmente ocupando la categoría (B) el tratamiento T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l) con un ICA promedio de 2,46 siendo menor a los demás tratamientos.

López, Calderón, García, Valladares, y Sánchez (2010) en su investigación, obtienen como resultado sobre la variable índice de conversión, que el tratamiento más eficiente fue el de mayor nivel de introducción del suero, pues fue menor en comparación con el tratamiento control alimentado únicamente con balanceado y de igual manera un máximo uso del suero determinó mejores valores de conversión alimentaria que las otras formulaciones que incluyeron

menores niveles de suero. Esto coincide con los resultados obtenidos en la presente investigación donde el tratamiento con un mayor nivel de suero T4 obtuvo el mejor promedio de índice de conversión alimenticia.

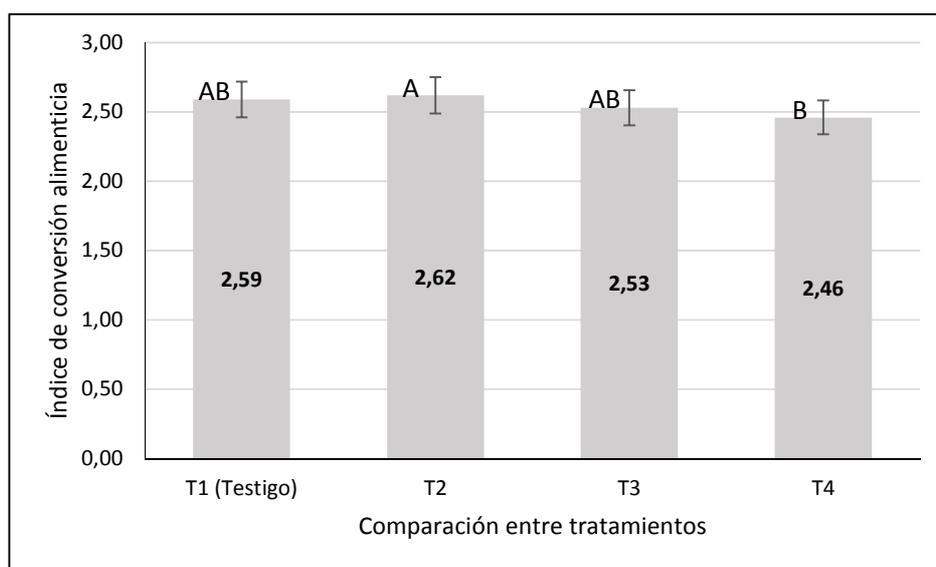


Figura 23. Prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).

En la figura 24 se establece la comparación entre el tratamiento T2 (Crecimiento-B 1,81 kg + S 4 l; Engorde- B 2 kg + S 8 l) versus los tratamientos T3 (Crecimiento-B 1,61 kg + S 8 l; Engorde- B 1,9 kg + S 12 l) y T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l), la prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).

Presenta dos rangos de significancia, en la categoría (A), se encuentra el tratamiento T2 con un índice de conversión alimenticia promedio de 2,62 y para la categoría (B) se encuentran

los tratamientos T3 y T4 que agrupados obtienen un índice de conversión alimenticia promedio de 2,50.

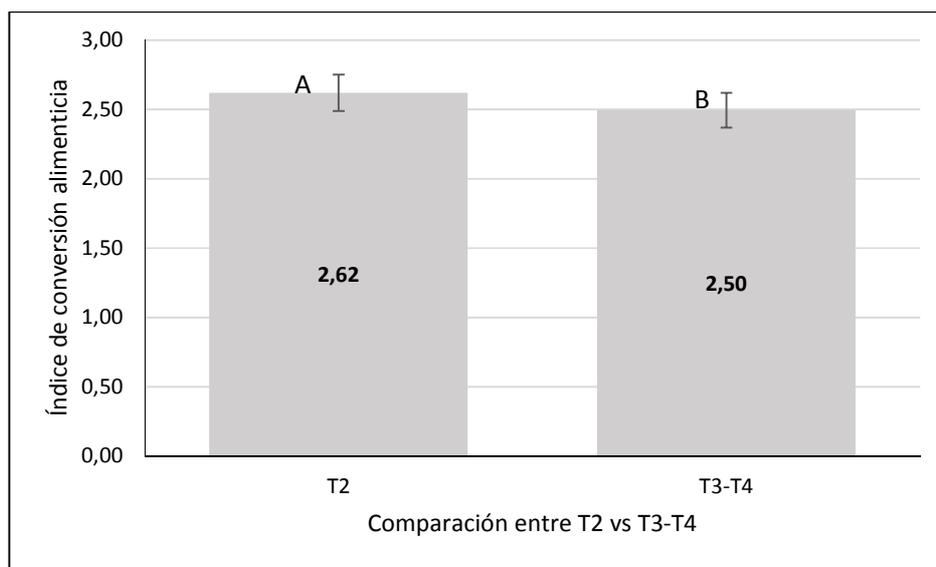


Figura 24. Comparación entre T2 vs T3-T4 usando la prueba de Tukey para la variable índice de conversión alimenticia (ICA).

4.6 Porcentaje de mortalidad

Los resultados obtenidos para la variable porcentaje de mortalidad fueron nulos puesto que en la presente investigación no se produjeron muertes por tanto el porcentaje de mortalidad corresponde al 0%.

4.7 Análisis Costo Beneficio

En la tabla 23 se presenta el análisis de costo beneficio para la presente investigación, en el cual se indica los ingresos y egresos generados.

Tabla 23. Análisis de costo beneficio.

Descripción	Unidad	Tratamientos											
		T1 (Testigo)			T2			T3			T4		
		Cant.	V./unit	Total (\$)	Cant.	V./unit	Total (\$)	Cant.	V./unit	Total (\$)	Cant.	V./unit	Total (\$)
EGRESOS													
Lechones de 70 DDE	Lechón	8	45,00	360,00	8	45,00	360,00	8	45,00	360,00	8	45,00	360,00
Alimento													
ProCerdos 71-99	kg	480	0,675	324,00	434,4	0,675	293,22	388,8	0,675	262,44	343,2	0,675	231,66
ProCerdos 100	kg	160	0,65	104,00	144,8	0,65	94,12	129,6	0,65	84,24	114,4	0,65	74,36
ProCerdos 120	kg	800	0,6125	490,00	640	0,6125	392,00	608	0,6125	372,40	544	0,6125	333,20
Suero de Leche	Litro	0	0,03	0,00	3840	0,03	115,20	6400	0,03	192,00	8960	0,03	268,80
Manejo y cuidado													
Cuidador	Jornal	3	20,00	60,00	3	20,00	60,00	3	20,00	60,00	3	20,00	60,00
Desparasitante	Sobre	1	5,00	5,00	1	5,00	5,00	1	5,00	5,00	1	5,00	5,00
Total EGRESOS				1343,00			1319,54			1336,08			1333,02
INGRESOS													
Venta de cerdos													
Peso en Pie (8 cerdos)	kg	777,44	2,20	1710,37	815,28	2,20	1793,62	858,24	2,20	1888,13	892,08	2,20	1962,58
Total INGRESOS				1710,37			1793,62			1888,13			1962,58
UTILIDAD (I-E)	USD			367,37			474,08			552,05			629,56
Utilidad/animal	USD			45,92			59,2595			69,006			78,6945

En la tabla 23 se presentó el análisis de costo beneficio para la presente investigación, en el cual se indicó los ingresos y egresos generados.

El tratamiento que generó mayor ingreso neto fue el T4 (Crecimiento-B 1,43 kg + S 12 l; Engorde- B 1,7 kg + S 16 l) con \$ 629,56 obteniendo un ingreso por animal de \$ 78,69 seguido de los tratamientos T3 y T2 que generaron \$ 552,05 y \$ 474,08 mientras que el tratamiento T1 (Testigo) generó el menor ingreso neto generando un ingreso de 367,37 que corresponde a \$ 45,92 por animal.

Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos en la investigación realizada por Yáñez & Montalvo (2013), donde se encontró que el tratamiento que incluyó mayor contenido de suero en su dieta fue en tal caso el más rentable con una ganancia por animal de \$ 62,44, superando en eficiencia a los cerdos que no consumieron suero de quesería y solo balanceado con una ganancia neta de \$ 44,50.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo se concluye que:

En los 80 días de evaluación pertenecientes a la etapa de desarrollo y engorde de los cerdos se determinó que el tratamiento que presentó los mejores resultados en cuanto al peso final con 111,51 kg/animal y ganancia diaria de peso con 997,73 g/animal, fue el T4, cuya fórmula alimenticia consistió en suministrar en la etapa de crecimiento; 1,43 kg de balanceado más 12 litros de suero de leche y en la etapa de engorde 1,7 kg de balanceado más 16 litros de suero de leche.

El tratamiento T4 a su vez consiguió el menor índice de conversión alimenticia con 2,45 lo cual se refiere a que por cada 2,45 kg de alimento ganaba 1 kg de peso vivo, por tal razón se lo consideró como el tratamiento más eficiente.

Con respecto al consumo de alimento, el tratamiento donde se incluyó la mayor cantidad de suero (T4) fue el que mayor consumo presentó con 110,13 kg/animal.

En cuanto al porcentaje de mortalidad, dio como resultado 0% debido a que no existieron muertes en la investigación, a causa de mal manejo ni por efecto de los alimentos utilizados.

La mejor rentabilidad, expuesta en el análisis costo beneficio correspondió a los animales tratados con la fórmula T4 alcanzando una ganancia neta de con \$ 629,56 obteniendo un ingreso por animal de \$ 78,69 dándose una diferencia de \$ 32,77 con respecto al tratamiento T1 (Testigo) cuya dieta consistió únicamente el suministro de balanceado.

.

VI. RECOMENDACIONES

La presente investigación se llevó a cabo utilizando el suero fresco obtenido directamente luego de la coagulación o cuajado del queso, el mismo que posee características diferentes a las de otros tipos de suero, como el fermentado y el obtenido luego de la salmuera, por lo tanto, sería recomendable hacer más investigaciones donde se pueda evaluar el efecto que ocasiona el uso de los mencionados tipos de suero.

La calidad del suero de leche depende del contenido nutricional del mismo, el cual se ve afectado por una serie de factores tales como: el tipo de queso elaborado, la procedencia de la leche así también el manejo, nutrición y la raza del ganado lechero. En la presente investigación el ganado del cual provino la leche fue de raza Jersey con el que se obtuvo excelentes resultados en el análisis del suero, partiendo de esto, se recomienda realizar investigaciones como la presente utilizando suero de leche proveniente de otras razas de ganado lechero.

Se recomienda darle continuidad a este tipo de investigaciones, donde no solo se evalúen los beneficios de la nutrición con suero de leche sobre los parámetros productivos del cerdo, sino que también, determinar en la canal la deposición de grasa existente en el músculo realizando análisis lipídicos y evaluar del mismo modo otras características de la carne, tales como, la acidez producida durante y después del faenamiento, la terneza, sabor y jugosidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AACP. (2007). *RAZAS PORCINAS*. Córdoba: Asociación Argentina Cabañeros de Porcinos. Recuperado el 2 de Abril de 2019, de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-razas_porcinas/45-razas_porcinas.pdf
- Aguilar, R., Bolaños, H., & Sánchez, J. (2017). *Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea TOPIGS C-40 en la fase de desarrollo y engorde*. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA. San Salvador: FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS. Recuperado el 3 de Abril de 2019, de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15245/1/13101655.pdf>
- ASPE. (2010). PRIMER CENSO PORCINO 2010. Recuperado el 7 de Marzo de 2019, de <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>
- ASPE. (2017). ESTADÍSTICAS PORCÍCOLAS 2016. Quito: Asociación de Porcicultores del Ecuador. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de <https://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/estadisticas-porcicolas-2016>
- Barcelo, J., & Collel, M. (2005). Recuperado el 5 de Abril de 2019, de 3tres3: https://www.3tres3.com/nutricion/consumo-de-agua-en-porcino_1081/
- Bauza, R., Gil, M., González, A., Panissa, G., & Silva, D. (2011). *APORTE NUTRITIVO DEL SUERO DE QUESO EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN ENGORDE*. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo: Revista Computadorizada de

Producción Porcina. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019, de http://www.iip.co.cu/RCP/184/184_artresRBauza.pdf

Bauza, R., González, A., Panissa, G., Petrocelli, H., & Miller, V. (2004). Evaluación de dietas para cerdos en recría incluyendo forraje y suero de queso. *Revista de la Asociación Argentina de Producción Animal*, 8. Obtenido de <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/view/4323>

Bauzá, R., González, A., Silva, D., Capra, G., Echenique, A., & Grompone, M. (2007). EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE GRANO DE SOJA DESACTIVADO, AFRECHILLO DE ARROZ INTEGRAL O SUERO DE QUESO EN LA DIETA DE CERDOS ENGORDE. *Volumen Especial, IX Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos*, 7. Recuperado el 18 de Noviembre de 2019, de <http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/index.php/directorio/article/view/218/155>

Bioalimantar. (2017). *Analisis bromatológicos de las formulas alimenticias*. Santo Domingo, Ecuador.

Blas, C., Gasa, J., & Mateos, G. (2006). *Necesidades nutricionales para ganado porcino: Normas FEDNA*. Madrid: FEDNA. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AlimentosAlimentacion/images/Documentos/2015/NORMAS_PORCINO_FEDNA%202006.pdf

Cadillo, J. (2017). El cruzamiento en la crianza porcina. Callao, Perú. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de <http://www.actualidadporcina.com/articulos/el-cruzamiento-en-la-crianza-porcina.html>

- Castro, A. (2014). Obtenido de Mag.go.cr:
http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/cabra_energia.html
- Compabadal, C. (2009). *Guía Técnica Para La Alimentación De Cerdos*. Costa Rica: Edición Técnica SUNII. Recuperado el 2 de Abril de 2019, de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>
- Gasque, R. (2002). *Razas Lecheras*. Ciudad de México: UNAM. Recuperado el 16 de Noviembre de 2019, de <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/671.pdf>
- Gonzáles, M. (2018). Porcicultura se recupera en Ecuador. Ecuador. Obtenido de <http://maizsoya.com/lector.php?id=20180611>
- González, K. (2019). *Razas de cerdos*. Sucre. Recuperado el 2 de Abril de 2019, de <https://laporcicultura.com/category/razas-de-cerdos/>
- Haberkorn, N. (2018). *Alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios*. Córdoba-Argentina: Universidad Siglo XXI. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN%20NATALIA.pdf?sequence=1>
- Herradora, M. (2015). *Alternativas para la alimentación del cerdo en granjas a pequeña escala*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad de México: UNAM. Obtenido de http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Alternativas_Porcina.pdf

- Hurtado, N., Nobre, R., & Chiquieri, J. (2010). Rendimiento de cerdos alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz, durante la fase de crecimiento. *MVZ*, 9. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v16n1/v16n1a13.pdf>
- INEC. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2017. Quito, Pichincha, Ecuador: UNIDAD DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS - ESAG. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INEN. (1973). *NTE INEN 0012: Leche. Determinación del contenido de grasa*. Quito. Recuperado el 9 de Abril de 2019, de <https://ia801603.us.archive.org/6/items/ec.nte.0012.1973/ec.nte.0012.1973.pdf>
- INEN. (1984). *NTE INEN 0013: Leche. Determinación de la acidez titulable*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado el 8 de Abril de 2019, de <https://ia801906.us.archive.org/30/items/ec.nte.0013.1984/ec.nte.0013.1984.pdf>
- INEN. (1984). *NTE INEN 0014: Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*. Quito. Recuperado el 9 de Abril de 2019, de <https://ia601604.us.archive.org/31/items/ec.nte.0014.1984/ec.nte.0014.1984.pdf>
- INEN. (1984). *NTE INEN 0016: Leche. Determinación de proteínas*. Quito. Recuperado el 9 de Abril de 2019, de <https://ia801902.us.archive.org/1/items/ec.nte.0016.1984/ec.nte.0016.1984.pdf>
- INTA. (2011). *Nutricion y alimentacion: eficiente de conversion*. INTA. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_porcinos_capviii.pdf

- Loaiza, Y. (2015). *Landrace X Large White*. Balsas, El Oro, Ecuador: Centro Multigénético de Inseminación Artificial para Cerdos. Obtenido de <http://www.porcinamilagro.com/venta-de-reproductores/hibridos/landrace-x-Large-White>
- López, M., Calderón, O., García, A., Valladares, V., & Sánchez, M. (2010). RASGOS DE COMPORTAMIENTO EN CERDOS CEBADOS CON NIVELES VARIABLES DE SUERO DE QUESO. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 17(4), 5. Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de http://www.iip.co.cu/RCP/174/174_09artMLRguez.pdf
- Marotta, F., Lagreca, L., & Tamburini, V. (2009). *Requerimientos alimenticios adaptados al porcino moderno y calidad de carne*. Palta: Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/180-Marotta.pdf
- Monge, J. (2005). *Produccion porcina*. Costa Rica: EUNED. Recuperado el 4 de Abril de 2019
- Orellana, J. (2016). LA PORCICULTURA UNA ACTIVIDAD QUE HA FRENADO SU CRECIMIENTO. Quito: ASPE. Obtenido de <http://elproductor.com/editorial-del-mes/la-porcicultura-una-actividad-que-ha-frenado-su-crecimiento/>
- Pasmay, H. (2015). *Caracterización del Suero Lácteo de una Quesería Artesanal, localizada en la zona 5 del Ecuador*. Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89023/D-79984.pdf>

- Pechín, G., & Álvarez, H. (1999). *EL SUERO DE QUESO EN LA ALIMENTACIÓN DE LOS CERDOS*. Universidad Nacional de Río Cuarto, Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Córdoba: Repositorio Digital de Acceso Abierto. Recuperado el 3 de Abril de 2019, de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/28-Suero_de_Queso.pdf
- Perez, Y. (2010). Boletín Técnico Porcino. *Programa de Cruzamientos en la Porcicultura Cubana*. Cuba: Instituto de Investigaciones Porcinas. Recuperado el 3 de Abril de 2019, de <http://www.iip.co.cu/BTP/BTP%2018%20Genetico.pdf>
- PRONACA. (2019). *ProCerdos Engorde*. Obtenido de <https://www.procampo.com.ec/index.php/cerdos-2/nutricion-animal/programaprocerdosengorde>
- Resinos, L., & Saz, O. (2006). *CARACTERIZACIÓN DEL SUERO LACTEO Y DIAGNOSTICO DE ALTERNATIVAS DE SUS USOS POTENCIALES EN EL SALVADOR*. San Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. Recuperado el 6 de Abril de 2019, de http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2102/1/Caracterizaci%C3%B3n_del_suero_l%C3%A1cteo_y_diagn%C3%B3stico_de_alternativas_de_sus_usos_potenciales_en_El_Salvador.pdf
- Riofrío, R. (2014). *Caracterización de Lactosuero proveniente de cuatro producciones de diferentes tipos de queso*. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO. Recuperado el 1 de Abril de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3177/1/000110271.pdf>

Yáñez, D., & Montalvo, M. (2013). *ALIMENTACIÓN CON SUERO DE QUESERÍA MÁS BALANCEADO EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y FINALIZACIÓN, PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CERDOS*. FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.

Recuperado el 15 de Noviembre de 2019, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>