



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“UTILIZACIÓN DE SUERO LÁCTEO COMO SUPLEMENTO EN LA DIETA PARA
LECHONES Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE VELLOSIDADES
INTESTINALES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORIA: VÍCTOR ALFONSO CALLE NIETO

DIRECTOR: DR. FRANKLIN ALFREDO IÑIGUEZ HEREDIA

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS

AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“UTILIZACIÓN DE SUERO LÁCTEO COMO SUPLEMENTO EN LA DIETA
PARA LECHONES Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE
VELLOSIDADES INTESTINALES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO**

AUTORIA: VÍCTOR ALFONSO CALLE NIETO

DIRECTOR: DR. FRANKLIN ALFREDO IÑIGUEZ HEREDIA

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Víctor Alfonso Calle Nieto portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302759147**. Declaro ser el autor de la obra: **“Utilización de suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones y su efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **04 de mayo del 2023**

F:

Víctor Alfonso Calle Nieto

C.I. 0302759147

CERTIFICACIÓN

Yo Franklin Alfredo Iñiguez Heredia, con cédula de identidad N° 0703559419 en calidad de Director del Trabajo de Titulación con el tema: "UTILIZACIÓN DE SUERO LÁCTEO COMO SUPLEMENTO EN LA DIETA PARA LECHONES Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE VELLOSIDADES INTESTINALES", certifico que el presente trabajo fue desarrollado por VICTOR ALFONSO CALLE NIETO, bajo mi supervisión.

Dr. Franklin Alfredo Iñiguez Heredia
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
DOCENTE DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Agradecimiento

En primer lugar agradezco a Dios, por a verme guiado en este largo trayecto de estudio, como también agradezco a mi familia por el apoyo brindado en todo el proceso de formación y poder culminar satisfactoriamente como profesional en medicina veterinaria.

Agradezco a la universidad católica de cuenca por abrirme sus puertas para mi formación profesional. A todos los docentes y catedráticos en especial a mi docente tutor el Dr. Franklin Alfredo Iñiguez Heredia por todo sus apoyo brindado.

Víctor Alfonso Calle Nieto

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación de manera muy especial a mi familia, por todo el sacrificio brindado a mi persona de manera desinteresada como es la ley de la vida, que todos debemos cumplir a lo largo de nuestra existencia en beneficio de la sociedad. Igualmente por todo el apoyo brindado tanto moral como económicamente, y poder terminar mis estudios satisfactoriamente. Como no también dar gracias por todos los consejos sabidurías que me brindaron mis catedráticos.

Víctor Alfonso Calle Nieto

INDICE

Contenido

RESUMEN	- 8 -
ABSTRACT	- 9 -
Introducción	- 10 -
Metodología	- 15 -
Resultados y Discusión	- 18 -
Características químicas y nutritivas.	- 20 -
Principales razas	- 24 -
Tipos de destete.	- 25 -
Requerimientos nutricionales del lechón.	- 25 -
Utilización del suero de la leche de vaca para la alimentación de cerdos	- 26 -
Vellosidades intestinales en los lechones.	- 27 -
Parámetros productivos de los cerdos.	- 24 -
Incremento de Peso	- 25 -
Conversión alimenticia	- 27 -
Efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones	- 28 -
Discusión	- 31 -
Conclusiones	- 33 -
Bibliografía	- 35 -

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones. Se trabajó con una metodología con un enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo), apoyado de una investigación bibliográfica. Fueron 12 lechones divididos en 3 grupos de 4, al primer grupo se alimentó solo con balanceado comercial (2kg), al segundo grupo se le suministró balanceado el 70% (1,4 kg) con suero de leche el 30% (6L) y al tercer grupo se le brindó balanceado un 60% (1,20 kg) y de suero de leche el 40% (8L). Los resultados mostraron que las características químicas analizadas del suero de leche fueron azúcares con el 5,055%; calcio 4 mg/100g; cenizas 0,534%; fósforo 13,2 mg/100g; grasa 0,5%; humedad 91,983%; proteína 1,718% y sodio 45,862 mg/100g. La acidez determinó un pH inicial de 6,32 con acidez de 0,63. En la evaluación de los parámetros productivos con respecto al consumo alimentario en la semana 2 y 3, el T1 arrojó diferencias estadísticas frente al T3. En las dietas suministradas con respecto al incremento de peso el T2 fue el mejor con el 36.50%. Con respecto al consumo fue el T1 con 108,08%. Mientras que de acuerdo a la conversión alimentaria el tratamiento T1 fue del 3,19%. No existió diferencias numéricas representativas entre los valores hallados de alto y ancho de las vellosidades, sin embargo existe variación en la profundidad de las vellosidades con respecto al valor referencial para el individuo T2 y T3 con respecto al T1 y al valor inicial, donde las micras se duplican. Concluyendo que el mejor tratamiento utilizado fue el T2.

Palabras clave: suero lácteo, suplemento, dieta, lechones, crecimiento, vellosidades intestinales.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of intestinal hair growth using whey as a supplement in the diet of piglets. The methodology was carried out with a mixed focus (quantitative-qualitative), supported by bibliographic research. There were 12 piglets divided into three groups of 4. The first group was fed only with a commercial balanced feed (2kg); the second group was administered a balanced feed of 70% (1.4kg) and whey (30%) (6L); and the third group was offered a balanced feed of 60% (1.20 kg) and 40% of whey (8L). The results showed that the chemical characteristics analyzed from the whey were 5.055% sugars; 4mg/100g calcium; 0.534% ash; 13.2 mg/100g phosphorus; 0.5% fat; 91.983% humidity; 1.718% protein; and 45.862 mg/100g sodium. The acidity determined an initial pH of 6.32 with an acidity of 0.63. In the evaluation of the productive parameters with respect to the feed consumption in weeks 2 and 3, the T1 demonstrated statistical differences from the T3. With the diets about weight gain, T2 was the best, with 36.50%. For consumption, it was the T1 with 108.08%, while according to feed conversion, the T1 treatment was at 3.19%. No representative numerical differences existed between the values found as to the height and width of the hairs; however, there is variation in terms of the depth of the lowering to the reference value for the individual T2 and T3 concerning to T1 and to the initial value, where the microns doubled, concluding that the best treatment used was the T2.

Keywords: whey, supplement, diet, piglets, growth, intestinal hairs

Introducción

La importancia del cerdo como fuente de alimentación, ha generado el desarrollo de nuevos métodos de crianza, desde formas de producción doméstica y antigua, hacia nuevas formas de producción de mayor intensidad, como la crianza de cerdos para la producción de carne magra. Por esta razón, la producción porcina a nivel mundial está caracterizada por la creciente dicotomía de los sistemas de producción: por un lado, los sistemas tradicionales de subsistencia de pequeña escala; por otro, los sistemas industriales especializados (FAO, 2019).

En Ecuador, según el último censo agropecuario de 2017 mostró que la población porcina del Ecuador fue de 1.115.473 cerdos (Rotecna, 2019). El consumo estimado de carne de cerdo en 2010 era de 7,3 kg/persona/año. En el año 2016 la cifra había aumentado a 10 kg/persona/año. Aunque en el 2019 en el país existen 1.737 granjas porcinas con 20 o más animales o con un mínimo de 5 madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales se encuentran en las regiones Sierra y Costa, que cuentan con el 79 % de las granjas registradas y el 95 % de la población porcina (Rotecna, 2019).

La producción nacional de acuerdo con la Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE) el beneficio de porcinos en 2021 creció un 5% respecto al año anterior, al pasar de 2'408.474 a 5'528.900 cabezas (cb). La producción de carne de cerdo alcanzó 202.675 toneladas (t), cifra que representa un crecimiento de 5% frente a 2020, cuando en ese entonces se consolidaron 193.023 t. Se estima que para 2022 el beneficio sea de alrededor de 2'600.000 cabezas, lo que generaría una producción que estaría cerca de las 210.000 t de carne de cerdo (ASPE, 2022).

Además, en el Ecuador en el año la industria quesera genera 1.2 millones de litros de suero de leche por día (Cámara de comercio de Guayaquil, 2019). En el país el suero de leche no es aprovechado, observando que durante el proceso de elaboración del queso se elimina gran cantidad de suero que es tirado al drenaje y no lo utilizan desperdiciándolo, sin saber que puede ser usado para la crianza de lechones como suplemento en la dieta ayudando en el crecimiento de vellosidades intestinales, desarrollo de los órganos digestivos y la integridad intestinal de los cerdos.

Tal es el caso, que en el año 2018 la producción en Dinamarca fue de 22 millones de cerdos fueron criados para posteriormente ser exportados a los mercados de China (Sagrilaf, 2018). Siendo la alimentación en cerdos muy importante ya que en todas las etapas productivas tienen diferentes requerimientos nutricionales y es necesario una buena alimentación para así alcanzar los objetivos del porcicultor.

Al analizar los antecedentes de la porcicultura porcina en el Ecuador comparada con los principales países productores de cerdo China, Estados Unidos, Brasil se observó que en 2022 China, obtuvo el 46,2% dentro del total general (110,5 Mt) y con una producción que alcanzaría 51 Mt. Estados Unidos con el 20,9% y un nivel de producción que alcanzaría 23,2 Mt y Brasil con el 11,4% y 4,4 Mt (USDA, 2022).

Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones.

Planteamiento del problema

El destete consiste en separar a los lechones de la madre para que no se alimenten de su leche, por lo cual en esta etapa la alimentación del lechón recién destetado es uno de los aspectos más críticos que tendrá un efecto significativo sobre el rendimiento futuro de los cerdos. Esta situación se complica aún más cuando los destetes se realizan a edades más tempranas, donde el consumo de alimento seco es muy bajo o nulo.

Al mismo tiempo, el destete es una de las etapas más críticas en la vida productiva del cerdo causando estrés para el lechón por el cambio de alimentación líquida a sólida enfrentando factores que ocasionan un desajuste fisiometabólicos que alteran el bienestar y los parámetros productivos durante su desarrollo, en los días posteriores a la separación de su madre y el nuevo tipo de alimentación y cambio de ambiente lo que puede causar pérdida en la ganancia de peso diaria. Además, el destete influye en el comportamiento agresivo del lechón al transportarlo, reunirlo con diferentes camadas y el tipo de alojamiento afectando la endocrinología, fisiología y metabolismo del lechón recién destetado (Pluske, 2021).

Por ello, el cambio de alimentación líquida (leche materna) a sólida causa una reducción de la actividad enzimática y cambia las estructuras de la mucosa intestinal: disminución del tamaño de las vellosidades intestinales (LVI); inflamación de la mucosa y atrofia de los enterocitos ocasionando una menor capacidad digestiva y disminución de la ganancia diaria de peso (GDP) del lechón. (Medel referido por Pérez, 2019)

En Argentina un estudio sobre la alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios. Se evaluaron dos dietas alimenticias para los cerdos en las fases de crecimiento y terminación, siendo “el grupo B alimentado con 0,800 kg de balanceado y 15 litros de suero en la fase de crecimiento y con 1,5kg y 20 litros de suero en la fase de terminación, alcanzando así un peso total de 1002,30 kg”, observando que no sólo se obtiene buenos resultados en cuanto a ganancia de peso (Hanberkorn, 2018, p.63).

En Ecuador la adición de suero de leche como suplemento en la alimentación de cerdos, fue estudiada por Yanes & Montalvo 2018, quienes observaron diferencia estadística en el consumo de alimento, registrando menor consumo de concentrado con la adición de suero por cada tratamiento, con un peso promedio inicial de 27 Kg y una edad de 70 días, hasta un peso final aproximado de 96.6 Kg, después de 80 días de prueba) en comparación con el tratamiento control, no encontrando diferencia estadística para el resto de parámetros productivos (Yanes & Montalvo, 2013).

Hipótesis

H0. La utilización de suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones, no influye en el crecimiento de vellosidades intestinales.

H1. La utilización de suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones, influye en el crecimiento de vellosidades intestinales.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones.

Objetivos específicos

Analizar las características químicas del suero de leche (pH, Acidez titulable, Sólidos totales, %Proteína, %Grasa).

Evaluar los parámetros productivos de los cerdos (consumo de alimento, conversión alimenticia e incremento de peso).

Determinar el efecto del suero lácteo como complemento dietético en el nivel de crecimiento de vellosidades intestinales.

Identificar el mejor nivel de sustitución del suero de leche en la ración alimenticia al evaluar las dietas suministradas.

Justificación

Las granjas porcinas siempre buscan conseguir mejores rendimientos en su producción. Debido a que el SL como complemento de la dieta afecta de manera positiva el estímulo del apetito y tiene un efecto positivo en el desarrollo de los órganos digestivos y la integridad intestinal de los cerdos.

Además, se decide suministrar esta fuente alternativa de alimentación porque contribuye a la disminución de los costos de producción y representa una fuente constante de nutrientes, aportando lo esencial para la dieta normal del cerdo. Porque, el 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, siendo, una opción que podría ayudar a la etapa post destete (Cujigualpa, 2022). Además, la lactosa que contiene el suero de leche permanece en el intestino delgado y el colon lo que favorece al lechón, puesto que la flora intestinal, al transformar la lactosa en ácido láctico, beneficia el peristaltismo intestinal y así mismo, incrementa la asimilación de minerales, tales como: Ca; P; K y Mg.

Por lo cual, el propósito que se buscó fue aportar información sobre el uso de suero proveniente de la leche, como alternativa en la nutrición que ayudó al crecimiento de velocidades intestinales, pues esto genera una mayor capacidad de absorción de los nutrientes, aspectos que minimizarían los efectos del cambio de dieta de líquida a sólida en lechones destetados.

Debido a que tiempo, el destete es una de las etapas más críticas en la vida productiva del cerdo causando estrés para el lechón por el cambio de alimentación líquida a sólida enfrentando factores que ocasionan un desajuste fisiometabólicos que alteran el bienestar y los parámetros productivos durante su desarrollo (Pluske, 2021).

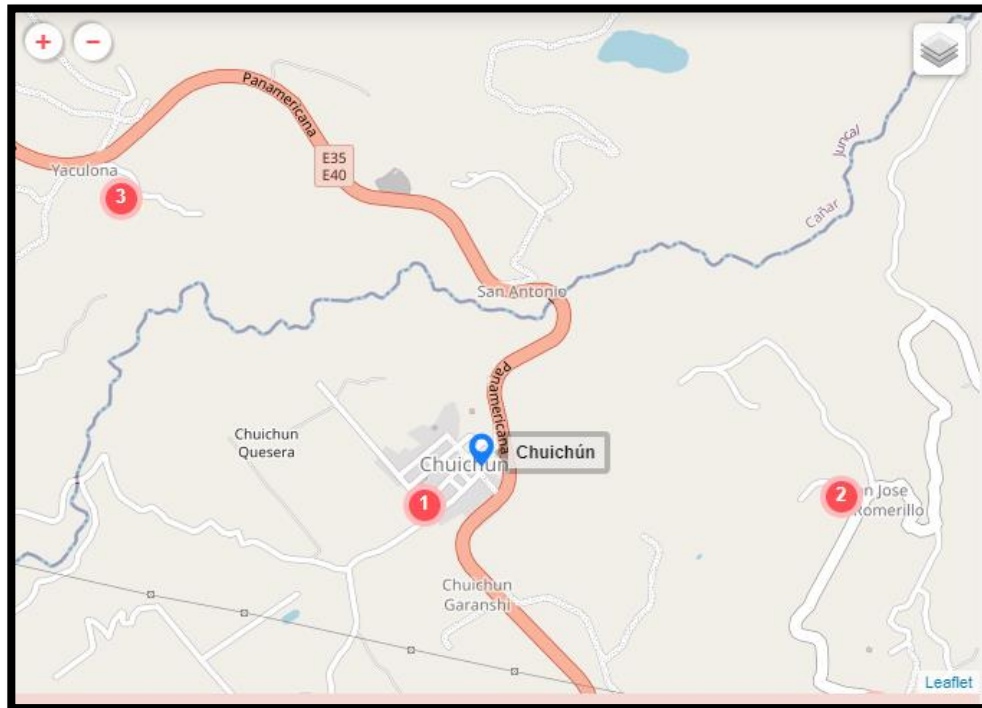
Cabe mencionar que lo más afectado a nivel de productores de cerdos es la alimentación, debido a que en las fases de crecimiento y finalización representa aproximadamente del 75 – 80 % de los costos de producción. Por lo cual, se considera ventajoso utilizar alimentos líquidos o semilíquidos en la dieta de estos animales (Vetmadrid, 2016).

Metodología

Contexto.

La investigación se realizó en la en la comunidad de Chuichun, perteneciente al cantón El Tambo, año 2021.

Figura 1 Ubicación Chuichun



car

Figura 1. Ubicación del Ensayo

Población

En total fueron 12 lechones de raza criolla, tenían 2 meses de edad y con un peso inicial de 14 kilogramos. Los cuales fueron divididos en 3 grupos de 4, al primer grupo se alimentó solo con balanceado comercial (2kg), al segundo grupo se le suministró balanceado el 70% (1,4 kg) con suero de leche el 30% (6L) y al tercer grupo se le brindó balanceado un 60% (1,20 kg) y de suero de leche el 40% (8L).

Tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron:

Cuadro 1. Tratamientos que serán administrados a los lechones

T1 balanceado	Primer mes de tratamiento 2 kg. Segundo mes tratamiento 2,5 kg.
T2 balanceado 70% + suero 30	Primer mes de tratamiento 1,40 kg balanceado 6 L/suero Segundo mes tratamiento 2,1 kg balanceado 7,5 L/suero
T3 balanceado 60% + suero 40	Primer mes de tratamiento 1,20 kg balanceado 8 L/suero Segundo mes tratamiento 1,5 kg balanceado 10 L/suero

Fuente Elaboración propia

Toma de muestras

Para el proceso de sacrificio se utilizó la técnica de aturdimiento eléctrico / matanza en el cual, con pinzas eléctricas es aturdir primero la cabeza, para luego aplicar corriente en el corazón (fibrilación).

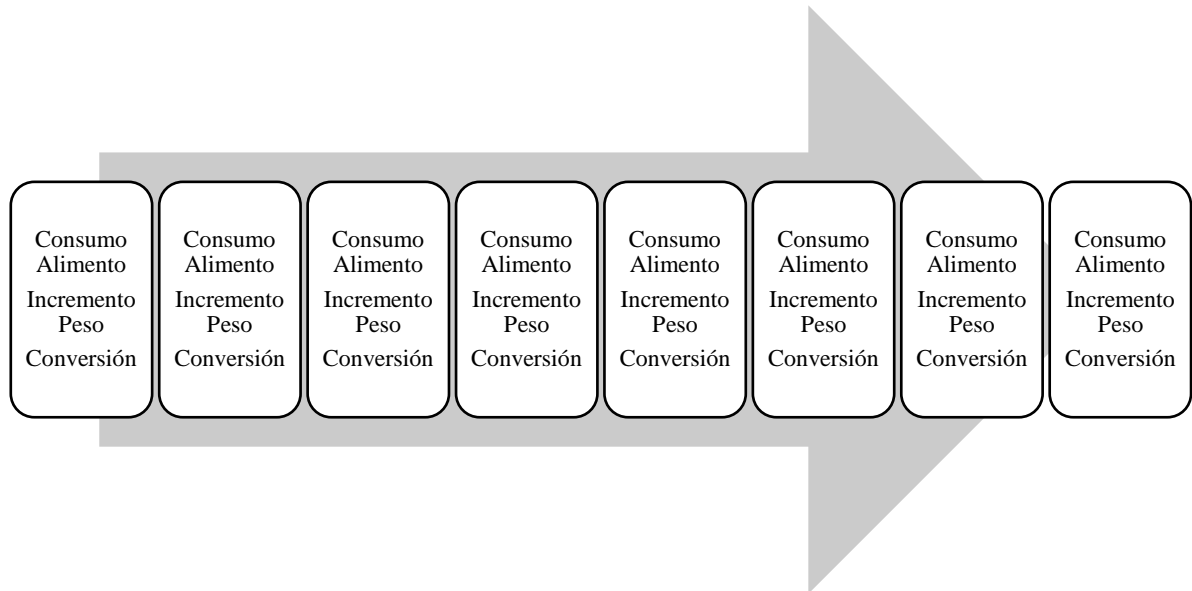
La toma de muestras para evaluar los parámetros de histomorfometría intestinal se realizó siguiendo el proceso descrito por Pérez, (2019) para el procediendo a recolectar segmentos del intestino delgado desde el píloro hasta la válvula ileoceal

Después el intestino delgado, fue seccionado en porciones de 10 cm y se tomaron muestras de cada una de sus tres secciones (duodeno, yeyuno e íleon). Las muestras obtenidas se laboraron con solución salina, se sellaron los extremos de cada fragmento y se sumergieron en formalina al 10%. Cuarenta y ocho hr después de la obtención de las muestras/intestino, fueron procesadas para estudios histológicos, mediante la técnica de inclusión en parafina y se realizaron cortes de 7 µm de espesor, los cuales fueron teñidos con hematoxilina y eosina y se realizarán tres mediciones de las vellosidades intestinales en todas las muestras obtenidas, mediante un analizador de imágenes. Con la información recabada, se construyó una base de datos para el análisis estadístico (Medel referido por Pérez, 2019).

Parámetros Productivos.

Los parámetros productivos en la presente investigación se tomaron diariamente se registró el consumo de alimento, y el incremento de peso se tomó semanalmente durante las 8 semanas que duro el proceso, con los datos de consumo de alimento, e incremento de peso se calculó la conversión alimenticia según la Figura 2.

Figura 2. Parámetros Productivos



Fuente Elaboración propia

Procedimientos estadísticos.

Los datos fueron recolectados en un momento y tiempo determinado, para evaluar los resultados de los alimentos suministrados, a los tres grupos de lechones.

Se trabajó mediante el diseño experimental con un total fueron 12 lechones divididos en 3 grupos de 4, al primer grupo se alimentó solo con balanceado comercial, al segundo grupo se le suministró balanceado el 70% con suero de leche el 30% y al tercer grupo se le brindó balanceado un 60% y de suero de leche el 40%. . La técnica para el análisis estadístico se realizó una base de datos en el programa Excel, luego se procedió a realizar las tablas con sus respectivas frecuencias y porcentajes representados en gráficos de barras, las cuales sirvieron para el análisis e interpretación para la obtención de las conclusiones de la investigación.

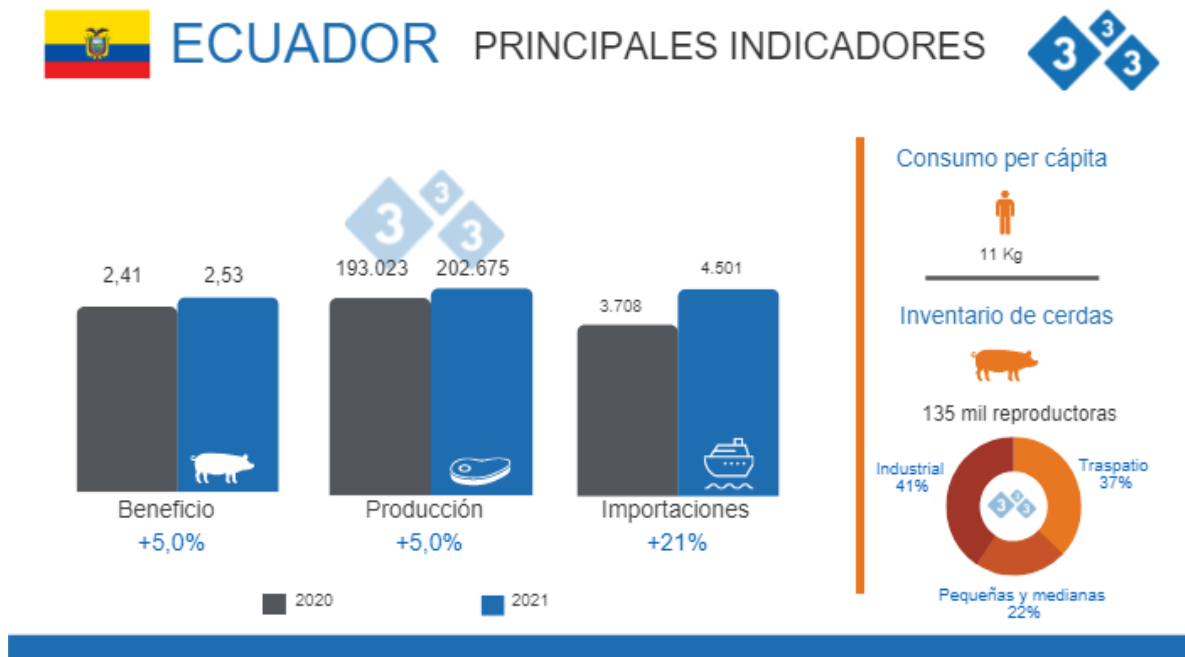
Resultados y Discusión

Antecedentes

El crecimiento que ha tenido la industria porcina en Ecuador.

Históricamente, el sector porcicultor ecuatoriano ha exhibido un ritmo de crecimiento constante. De hecho, entre 2012 y 2020, la porcicultura creció a tasas que estuvieron entre 7 y 8%, el beneficio de porcinos en 2021 creció un 5% (ASPE, 2022).

Figura 3 Principales indicadores de la producción porcina de Ecuador



Fuente: (ASPE, 2022)

Para lograr el crecimiento de la industria porcina se han aplicados programas como Proyecto de Erradicación de Peste porcina clásica PPC, la mejora de los parámetros productivos en las granjas y la tecnificación de los procesos de producción.

Por consiguiente, varios investigadores han llevado a cabo estudios sobre la administración del suero de leche de vaca a lechones destetados como el realizado en El Salvador sobre la evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos. Observando se administraron cuatro tipos de tratamientos, T1 es el testigo que se alimentó únicamente de concentrado de proteína; T2 concentrado y 6 litros de suero; T3 concentrado y 10 litros de suero; T4 concentrado y 14 litros de suero. Los resultados revelaron que el T2 en las fases de desarrollo y engorde presento un $P < 0.05$ y arrojó los mejores resultados en ganancia de peso, peso vivo y conversión alimenticia, seguido del T4 que brindó los menores resultados con menos concentrado y mayor cantidad de suero láctico (Aguilar, Bolaños, & Sànches, 2017).

Mientras que, en Guatemala, al aplicar una suplementación con suero de requesón proveniente de leche de vaca, en lechones destetados para la ganancia de peso, se verificó que el suero cocido de requesón de leche de vaca no afecta la ganancia de peso en lechones destetados, rechazando así la hipótesis de investigación. En términos económicos, fue más costoso que la alimentación normal con Q60 (\$8.32) (Yaquian, 2018).

En Colombia, otro estudio demostró que el uso de suero lácteo como suplemento en la dieta de cerdos es una alternativa ayudar a la etapa post destete, además no afecta los parámetros productivos y ayuda a disminuir los costos de producción. Aunque el uso de esta alimentación en esta investigación no incrementó los milímetros de grasa dorsal de los cerdos suplementados (Zuluaga, 2020).

En Ecuador al evaluar durante 80 días el efecto del suero de leche para la alimentación de porcinos de raza Yorkshire x Landrace, el mejor tratamiento fue el T4 compuesto en la etapa de crecimiento por 1,43 kg de balanceado más 12 litros de suero y en la etapa de engorde 1,7 kg de balanceado más 16 litros de suero. Con respecto a la ganancia de peso final con 111,51 kg/animal y ganancia diaria de peso con 997,73 g/animal, fue 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, con una rentabilidad al finalizar la investigación generando \$ 78,69/animal (Ferrin, 2019).

Leche de vaca.

Es el producto de la secreción mamaria normal de Vaca (*Bos taurus*), obtenida mediante uno o más ordeños diarios. Porcentualmente la leche está constituida en un 87.6 % por agua, 4.6 % por lactosa, 3.8 % por grasa, 3.2 % por proteína y 0.8 % de minerales y vitaminas (Angulo, Nemocòn, Posada, & Liliana, 2021)

Suero de leche.

Conocido también como lactosuero, es el líquido resultante de cuajar la leche, posee un color amarillo y es rico en proteínas. El suero en la leche representa un 90% del volumen y solo un 10% son sólidos con el que se elabora el queso, aproximadamente por 1 Kilo de queso se obtienen 9 litros de suero (Yaquian, 2018).

Debido al alto contenido nutritivo que este alimento juega este tiene una gran importancia en la alimentación de los cerdos permitiendo alimentarlos en cualquier etapa productiva. El suero, aunque no constituye un sustituto integral de la leche de vaca por ser una fracción de la misma, contiene nutrientes y compuestos con potenciales beneficios nutricionales y funcionales entre los que se encuentran proteínas y lactosa (Aargamenteria, 2016).

Composición química del suero de leche de vaca.

Cuadro 2. Composición química del suero de leche de vaca.

Composición química del suero de leche de vaca
Materia seca 5,5 a 6%
1 a 2% de proteínas
0,3 a 0,6% ácido láctico
0,03% de grasas
Lactosa 4,8
Cenizas 0,6

Fuente: (Juárez, s.f).

Características químicas y nutritivas.

La composición del suero es extraordinariamente variable según del tipo de queso que provenga, la naturaleza de sus tratamientos, etc.

Se puede considerar que el suero fresco encierra por litro:

Cuadro 3. Características químicas y nutritivas

Características químicas y nutritivas
Materia seca 5.5 a 6%
Densidad 1026-1029
3.5 a 4 % de lactosa
1 a 1.2% de proteínas.
0.3 a 0.6 % de minerales, relación Ca. – P equilibrada 1.9:1.2.
0.3 a a0.6 % de ácido láctico
Vitaminas: No contiene vit. Liposolubles pero sí las vit. Grupo B
0.03 % de grasas

Fuente: (Juárez, s.f).

Características organolépticas.

- Olor agradable
- Sabor agridulce
- Alta palatabilidad
- Color amarillo verdoso (Juárez, s.f).

Fracción proteica.

Posterior al proceso de elaboración del queso quedan, solo las proteínas solubles (la lactoglobulinas y lactoalbúmina) debido a que la caseína precipita aun cuando es relativamente pobre el contenido, la característica más importante es su alto valor biológico con aminoácidos fundamentales bastante como la metionina, triptófano y lisina (Mazorra & Moreni, 2020).

Fracción mineral.

El Ca. y el P son el 40% del total de minerales sujetos a variaciones, principalmente lo que respecta al Ca., porque la precipitación de caseinógeno se realiza bajo la forma de paracaseinato. Por esta razón, no suele ser muy rico en Ca. Por lo cual tiene una buena relación Ca. – P y una cantidad variada y rica del resto de los minerales (Mazorra & Moreni, 2020).

Fracción vitamínica.

Es una excelente fuente de vitaminas hidrosolubles y particularmente las vitaminas B y C como riboflavina, ácido pantoténico, B12, etc. En contra posición es totalmente deficiente en las vitaminas liposolubles, que solo se encuentran las vitaminas D y E (Mazorra & Moreni, 2020).

Propiedades.

El suero de leche posee valores nutricionales, ya que tiene alrededor del 55% de los componentes de la leche, conformados por la lactosa, proteínas, minerales, lípidos y vitaminas. Su administración en porcinos ayuda a engordar, al mismo tiempo tiene la capacidad de competir e inhibir la actividad y desarrollo de mohos y bacterias peligrosas para la salud animal (Caicedo, Valle, & Martha, 2018).

Lactosa

La lactosa constituye el principal hidrato de carbono de la leche que también contiene otros derivados y diversas cantidades de oligosacáridos. Lo cual, contribuye al desarrollo del animal por su alto valor energético, palatabilidad y digestibilidad sino promoviendo el desarrollo de una flora láctica actuando como un prebiótico, favoreciendo el control de los microorganismos patógenos y la digestibilidad de las proteínas vegetales y con ello su absorción a nivel intestinal. La lactosa es el componente mayoritario de los sueros, siendo muy digestible por los lechones (Ouaffak & Hernández, 2020).

Grasa

Está formada por ácidos grasos de cadena corta de excelente palatabilidad y digestibilidad. Es por ello, que los sueros contienen esta grasa esencial para la alimentación siendo clave para la alimentación porcina por su contenido energético y su digestibilidad.

Proteína

La caseína es la principal proteína de la leche; en este sentido sueros bien procesados el calor modifica la estructura de las proteínas séricas favoreciendo su digestibilidad por el animal joven. Al incorporar proteínas lácteas en dietas de lechones se asegura la calidad de la proteína y siendo beneficiosa en primeras edades (Ouaffak & Hernández, 2020).

Cerdos.

El cerdo (*Sus Scrofa Scrofa*) es un animal mamífero. Según datos históricos fue domesticado en el año 9.000 a.C a partir del jabalí, que se encontraba en los bosques de Asia y Europa. En la actualidad, el cerdo es usado para la carne, mientras que su cuero y el pelo son usados para realizar pinceles. Encontrándolo por todo el mundo y es criado a millones para producir carne, tocino, salchichas, jamón y chuletas (Briggs, 2018)

El cerdo es un animal omnívoro, por ende come plantas y carne, en libertad el cerdo se alimenta de bayas y brotes en busca de nutrientes vitales para su supervivencia. Su aprovechamiento presenta características tanto de interés productivo como el económico. Actualmente la porcicultura industrial ha tenido una gran influencia en los productores tradicionales provocando que algunas razas exóticas y sus híbridos (Hernández & et.al, 2020).

Cuadro 4. Ficha animal

FICHA ANIMAL	
REINO:	Animalia
FILO:	Chordata
CLASE:	Mammalia
ORDEN:	Artiodactyla
FAMILIA:	Suidae
GÉNERO:	Sus
ESPECIE:	Sus Scrofa Scrofa
NOMBRE CIÉNTIFICO:	Sus Scrofa Scrofa
TIPO:	Mamífero
MORFOLOGÍA:	Vertebrados
DIETA:	Omnívoro
TAMAÑO:	50 - 120 cm
PESO:	30 - 350 kg
VIDA PROMEDIO:	8 - 15 años
ESTILO DE VIDA:	Manada
ACTIVIDAD:	Diurno
ESTADO DE CONSERVACIÓN:	Preocupación menor (LC)
TIPO DE PIEL:	Pelo
COMIDA FAVORITA:	Raíces
CAMADA PROMEDIA:	7
HÁBITAT:	Bosques y Praderas; Granjas o casas particulares
DEPREDADORES:	Humanos, lobos y grandes felinos
DIFERENCIAS:	Hocico revuelto y cola rizada

Fuente: (Briggs, 2018).

Principales razas.

Si bien razas es el conjunto de individuos con la misma frecuencia génica que intervienen en dar la uniformidad genotípica que los individualiza.

Duroc: Originario de los Estados Unidos de América, su pelaje es rojo ladrillo y piel rojiza. Orejas medianas y caídas hacia adelante (Rautenberg, 2016).

Criollo: Tiene origen en los cerdos del tronco ibérico llevados por los colonizadores españoles a finales del siglo XV. Aprovechado por su rusticidad y adaptabilidad, perfecto reciclador dentro de un sistema pecuario o pecuario-agrícola, posee gran cantidad de grasa en la carne (Rautenberg, 2016).

Landrace: Es originario de Dinamarca, muy prolífica y excelente productora de leche, por lo que sus crías son generalmente muy vigorosas. Pelaje es blanco y su piel es rosada. Perfil recto, orejas grandes y dirigidas hacia delante (Rautenberg, 2016).

Hampshire: Raza americana de color negro con una franja blanca a la altura de la cruz y patas delanteras, orejas medianas y erectas. Buena calidad de carcasa (buena longitud, poca grasa) (Rautenberg, 2016).

Yorkshire: Es originario de Inglaterra. Tiene muy buena habilidad materna y buena producción de leche. Es de pelaje blanco y piel rosada, de gran tamaño corporal, perfil recto a cóncavo y orejas erectas (Rautenberg, 2016).

Piértrain: Oriunda de Bélgica. Es de tamaño mediano, color blanco con manchas negras, de gran musculatura (en especial a nivel de jamones), produce carne con muy poca grasa (Rautenberg, 2016).

Destete.

El destete consiste en separar a los lechones de la madre para que empiecen a alimentarse por sí mismos. Los cerditos pasan por las áreas de destete antes de ser trasladados a la zona de cebo para que se acostumbren a su nueva alimentación. Hay cuatro tipos de destete (Parsi, 2016).

Tipos de destete.

Habitualmente para realizar el destete se toma como referencia la edad en que los lechones son destetados, no obstante también consideran otros factores como el peso y medicación (Parsi, 2016).

Destete tardío

Es cuando los lechones son separados de su madre cuando éstos oscilan entre 50 a 60 días de edad.

Destete parcial

Se lleva a cabo la separación de una parte de la camada, generalmente los más pesados de 2 a 7 días, antes de la fecha programada para el 7 destete, mientras que los lechones más pequeños permanecen con su madre, teniendo ellos más probabilidades de mamar mejor al no tener tanta competencia (Uzcategui, 2016).

Destete precoz

Los lechones son separados de su madre a una edad comprendida entre los 10 y 30 días de edad.

Destete precoz medicado

Durante la lactación, los lechones reciben altas dosis de medicamentos, siendo destetados a los 5 días de edad y llevados a una sala especial y aislada de la zona de partos. Aquí bajo la rutina todo dentro-todo fuera, se continúa la medicación durante otros 10 días (Rodríguez, 2016).

Requerimientos nutricionales del lechón.

Los requerimientos nutricionales son los niveles óptimos de nutrientes que se requieren para satisfacer las necesidades del lechón.

Cuadro 5. Requerimientos nutricionales del lechón

Pre-iniciador	Porcentaje	Requerimiento
Proteína	20%	Mínimo
Grasa	6%	Mínimo
Fibra	5%	Máximo
Cenizas	6%	Máximo
Humedad	13%	Máximo

Fuente: (Ruiz, 2017)

Utilización del suero de la leche de vaca para la alimentación de cerdos.

Desde tiempos muy antiguos se ha utilizado el suero de la leche como alimento para cerdos actuando como nutriente y formula para engorde.

Por lo cual, existen investigaciones donde el suero crudo se le ha proporcionado como suplemento a porcinos y reducir costo en la alimentación. Como al evaluar la incorporación del suero de leche a la dieta diaria de los porcinos para reducir los costos en la alimentación, sin perder de vista la calidad nutricional del animal. Con el suministro de suero de leche, en la camada B en la que se administró suero, se logró una ganancia diaria de peso similar al que logra la camada A en la que se brindó solo alimento. El suero y ariche para alimentación de cerdos son viables debido a su costo razonable y a que están disponibles en cantidad y frecuencia (Hanberkorn, 2018, p.63).

El costo de la dieta para cerdos en etapa de finalización con peso promedio de 50 a 75 kg con insumos no convencionales fue de HNL 8.10/kg usando ariche, HNL 8.42/kg usando suero y HNL 7.96/kg usando la combinación de suero y ariche. El costo de la dieta para cerdos en etapa de finalización con peso promedio de 75 a 100 kg con insumos no convencionales fue de HNL 8.09/kg usando ariche, HNL 8.44/kg usando suero y HNL 8.30/kg usando la combinación de suero y ariche (Tabi, 2017).

Conjuntamente, en la alimentación de cerdos Landrace x Duroc x Pietrain es factible reemplazar eficientemente el maíz por ensilado de tubérculos de Taro con suero de leche, sin afectar el desempeño productivo de los animales (Caicedo, Valle, & Martha, 2018).

En base a la información citada, se comprende que la porcicultura es uno de los sectores con mayor demanda ya que la carne de cerdo es más apetecible que la de bovino y el pollo, es por ello que con estos estudios se demuestra que la administración de suero proveniente de la leche de vaca es beneficioso para la crianza de los cerdos y es una gran ayuda para reducir costos en la alimentación de los animales (Caicedo, Valle, & Martha, 2018).

Cuadro 6. Dosis correcta para suministrar el suero

Fase de desarrollo de los cerdos	Kg de pienso de recría por cerdo y día	Litros de suero por cerdo y día
Cría (amamantamiento)	Lo que les arroje la madre desde su comedero	Nada, según lo antes expuesto
Recría (destete hasta 6 meses)	A voluntad (promedio de 3 kg/cerdo/ día)	11,5
Crecimiento-cebo (6 a 8 meses)	2	11,5
Cebo (8 a 10 meses)	1,5	9,5
Acabado (10 a 12 meses)	Nada; en lugar de pienso de recría, dar pienso de acabado (2 kg/cerdo/ día)	Nada, según lo antes expuesto

Fuente: (Aargamenteria, 2016)

Vellosidades intestinales en los lechones.

Las vellosidades intestinales son proyecciones alargadas de la mucosa con cerca de 0,5 – 1,5 µm de longitud, en dirección al lumen del intestino delgado. Entre las vellosidades existen pequeñas aberturas de glándulas tubulares simples denominadas Criptas. Las vellosidades intestinales, además de contribuir para la defensa contra una infección, también tienen como función aumentar la superficie de absorción de los nutrientes previamente digeridos, siendo así asociados como un importante parámetro morfológico de validación de desenvolvimiento animal (Piquer, 2017).

Al nacimiento, las vellosidades tienen forma de dedos alargados, y conforme avanza la edad se van engrosando. En cerdos lactantes de aproximadamente dos semanas de edad, las vellosidades disminuyen gradualmente de altura y su ancho y la profundidad de las criptas de Lieberkühn aumentan. Además, se incrementa la población celular de la mucosa, se desarrollan las capas musculares y aumenta la longitud y el diámetro del intestino delgado (Medel referido por Pérez, 2019).

RESULTADOS

Características químicas del suero de leche (pH, Acidez titulable, Sólidos totales, %Proteína, %Grasa).

DATOS DE LA MUESTRA

¹ NOMBRE DE LA MUESTRA: SUERO DE LECHE			
² MARCA COMERCIAL: N/A		² FABRICANTE: N/A	
PROCEDENCIA: EL TAMBO		TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	² TIPO DE ENVASE: PET
² PRESENTACIONES: 100 ml		² FORMA DE CONSERVACION: AMBIENTE FRESCO Y SECO	
CODIGO MUESTRA: OI82321	² LOTE: N/A	² FECHA ELAB: 2021-08-18	² FECHA CAD:
FECHA RECEPCION: 2021-08-19	FECHA ANALISIS: 2021-08-19 - 2021-08-31		FECHA ENTREGA: 2021-08-31
ENSAYO EN: LABORATORIO	MUESTREO: CLIENTE	NUMERO DE MUESTRAS: UNO (1)	

ENSAYOS ANÁLISIS FISICO-QUIMICOS

PARÁMETRO	MÉTODO - TÉCNICA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE U(K=2)
*AZUCARES	DNS - ESPECTROFOTOMETRIA	%	5.055	---
*CALCIO	APHA 3500 CA B (MOD) - COLORIMETRIA	mg/100g	4	---
CENIZAS	AOAC 945.46 - GRAVIMETRIA	%	0.534	±6%
*FOSFORO	INEN ISO 13730 - ESPECTROFOTOMETRIA	mg/100g	13.2	---
*GRASA	AOAC 920.85 - GRAVIMETRIA	%	0.5	---
HUMEDAD	AOAC 990.20 - GRAVIMETRIA	%	91.983	±19.07%
*PROTEINA	AOAC 991.20 - VOLUMETRIA	%	1.718	---
*SODIO	NTE INEN 51:1974 - VOLUMETRIA	mg/100g	45.862	---

*Fuera del alcance de la acreditación. **Subcontratado acreditado. ***Subcontratado no acreditado.

Análisis	Resultados
pH	6,32
Acidez titulable (%)	0,63

Fuente Elaboración propia

Interpretación:

En la Figura 3, se puede observar que las características bioquímicas del suero de leche que sirvió de base para esta investigación fue de: Azúcares con el 5,055%; grasa 0,5%; y proteína 1,718% con respecto a los macronutrientes, en relación a los minerales el suero tuvo: calcio 4 mg/100g; fósforo 13,2 mg/100g; y sodio 45, 862 mg/100g, mientras la humedad fue del 91,983% y las cenizas 0,534%. Además el proceso de titulación de la acidez determino un pH inicial de 6,32 con acidez de 0,63; siendo estas las características iniciales de la materia prima.

Parámetros productivos de los cerdos.

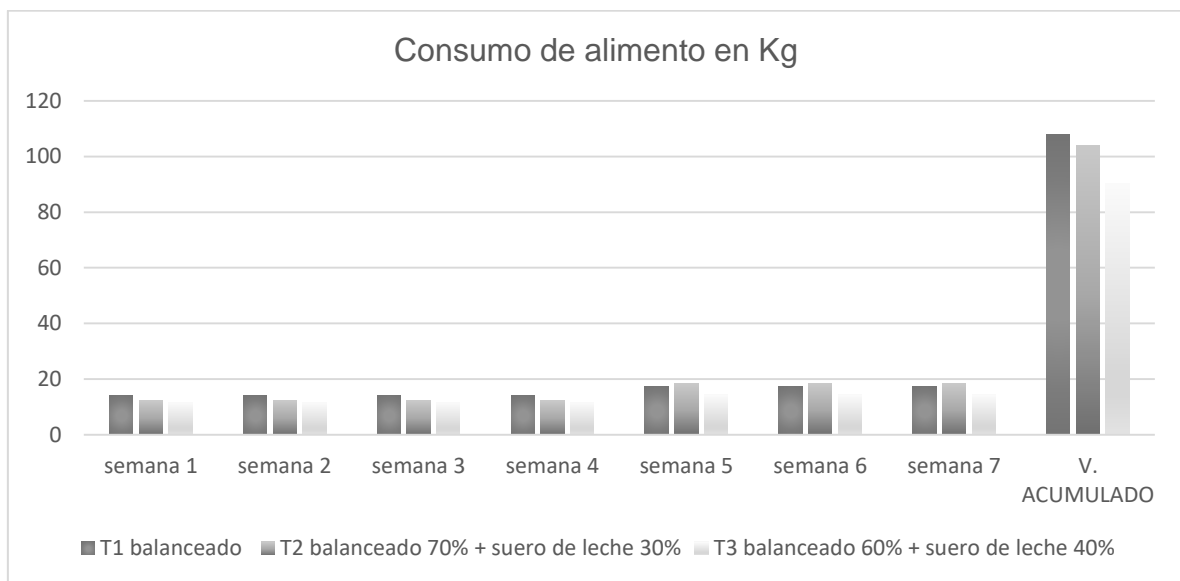
Consumo de alimento

Cuadro 7. Consumo de alimento en kg

	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	V. ACUMULADO
T1 balanceado	14 ^a	14 ^a	14 ^a	14 ^a	17,36 ^a	17,36 ^a	17,36 ^a	108,08 ^a
T2 balanceado 70% + suero de leche 30%	12,3 ^a	12,3 ^{ab}	12,3 ^{ab}	12,3 ^a	18,3 ^a	18,3 ^a	18,3 ^a	104,1 ^a
T3 balanceado 60% + suero de leche 40%	11,7 ^a	11,7 ^b	11,7 ^b	11,7 ^a	14,5 ^a	14,5 ^a	14,5 ^a	90,3 ^a
CV%	7,10	4,14	3,16	2,37	3,61	2,67	1,82	2,97
Valor p	0,174	0,008	0,006	0,197	0,965	0,822	0,802	0,433

Fuente Elaboración propia

Figura 4. Consumo de alimento en Kg



Fuente Elaboración propia

Interpretación:

Con respecto al consumo alimentario en Kg el de mayor proporción acumulada, fue el T1 con el 108,08 seguido por el T2 con 104,1 y el T3 con 90,3 durante las 7 semanas de administración, sin presentar diferencias estadísticas en el Valor Acumulado y las Semanas 1,4,5,6 y 7. En la semana 2 y 3, el T1 arroja diferencias estadísticas frente al T3.

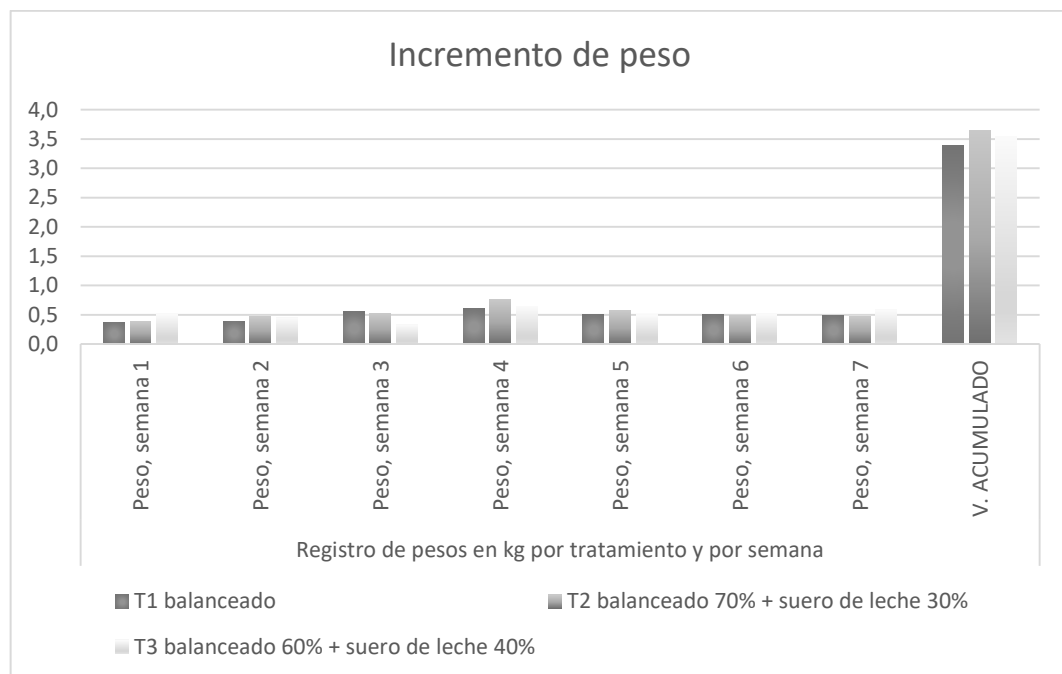
Incremento de Peso

Cuadro 8. Registro de pesos en kg por tratamiento y por semana

	Peso, semana 1	Peso, semana 2	Peso, semana 3	Peso, semana 4	Peso, semana 5	Peso, semana 6	Peso, semana 7	V. ACUMULADO
T1 balanceado	3,7	3,8	5,5	6,0	5,0	5,0	4,8	33,8
T2 balanceado 70% + suero de leche 30%	3,8	4,7	5,2	7,7	5,7	4,8	4,7	36,5
T3 balanceado 60% + suero de leche 40%	5,2	4,5	3,3	6,5	5,0	5,2	5,8	35,5

Fuente Elaboración propia

Figura 5 Incremento de peso



Fuente Elaboración propia

Cuadro 9. Análisis de Varianza del Incremento de Pesos

FdV	SCC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	148,27	9	16,47	3,57	0,0166
Tratamiento	7,15	2	3,57	0,77	0,4802
Semana	141,13	7	20,16	4,36	0,0092
Error	64,69	14	4,62		
Total	212,96	23			

Fuente Elaboración propia

Interpretación:

Para el Análisis de Incremento de Peso se realizó un Análisis de Varianza entre Tratamientos y Semanas, que se observa en el Cuadro 7, donde se observa efecto entre semanas tiene diferencias estadísticas ($p=0,009$), donde la Semana 5 difiere de la Semana 1,2 y 3; más no existe diferencias entre Tratamientos ($p=0,480$). Aritméticamente se observan las diferencias entre medias en el Cuadro 6 y se visualiza el cambio en la Figura 2. Aritméticamente se encontró un efecto mayor del tratamiento T2 compuesto por balanceado 70% + suero de leche 30%, consiguiendo en las 7 semanas de administración una ganancia de peso del 36,5%.

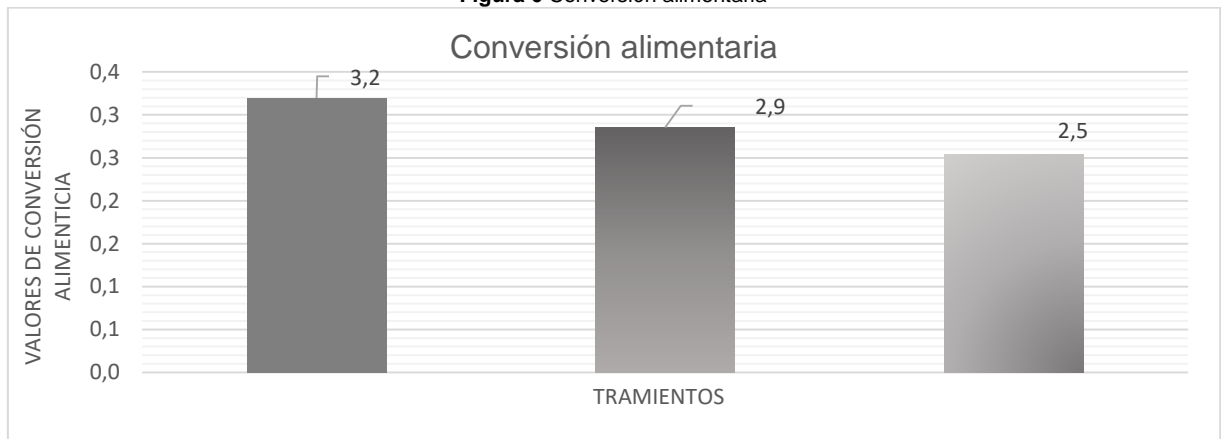
Conversión alimenticia

Cuadro 10. Conversión alimentaria

	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	Promedio
T1 BALANCEADO	3,82	3,7	2,5	2,3	3,5	3,5	3,6	3,2
T2/ 30% SUERO	3,21	2,6	2,4	1,6	3,2	3,8	3,9	2,9
T3/ 40% SUERO	2,26	2,6	3,5	1,8	2,9	2,8	2,5	2,5

Fuente Elaboración propia

Figura 6 Conversión alimentaria



Fuente Elaboración propia

Cuadro 11. Análisis de Varianza de la Conversión

FdV	SCC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	0,49	9	0,05	1,87	0,1417
Tratamiento	0,28	2	0,14	4,83	0,0253
Semana	0,21	7	0,03	1,02	0,4569
Error	0,41	14	0,03		
Total	0,89	23			

Fuente Elaboración propia

Interpretación:

Para el Análisis de la Conversión, se realizó un Análisis de Varianza entre Tratamientos y Semanas, que se observa en el Cuadro 9, donde se observa efecto entre semanas no tiene diferencias estadísticas ($p=0,456$); más existe diferencias entre Tratamientos ($p=0,025$). Según la conversión alimentaria se observa que el mayor porcentaje fue del T1 con el 3,2^a; seguido por el Tratamiento 2 con 2,9^{ab}; y del 2,5^b del tratamiento T3. Los valores medios y acumulados se observan en el Cuadro 8 y Figura 3.

Efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones

Cuadro 12. Efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales, utilizando suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones

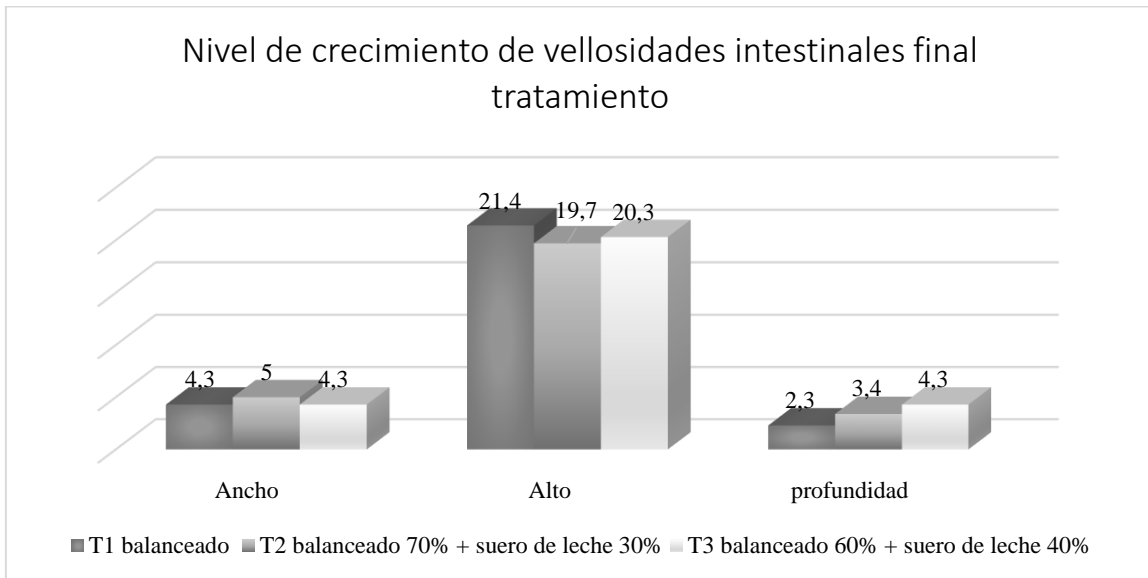
TRATAMIENTOS	Inicio Ref			Final		
	Ancho	Alto	profundidad	Ancho	Alto	profundidad
T1 balanceado	4,3	19,1	2,3	4,3	21,4	2,3
T2 balanceado 70% + suero de leche 30%	4,3	19,1	2,3	5	19,7	3,4
T3 balanceado 60% + suero de leche 40%	4,3	19,1	2,3	4,3	20,3	4,3

Fuente Elaboración propia

Interpretación:

Al final de la investigación se realizó un análisis descriptivo exploratorio para los tamaños de las micro vellosidades en relación a un valor referencial de inicio en los mismo animales, donde los valores son observados en el Cuadro 10, y al no existir diferencias numéricas representativas entre los valores hallados de alto y ancho, no se pudo estimar el efecto del suero sobre esta variable, sin embargo existe variación en la profundidad de las vellosidades con respecto al valor referencial para el individuo T2 y T3 con respecto al T1 y al valor inicial, donde las micras se duplican.

Figura 7. Vellosidades intestinales al final del Tratamiento



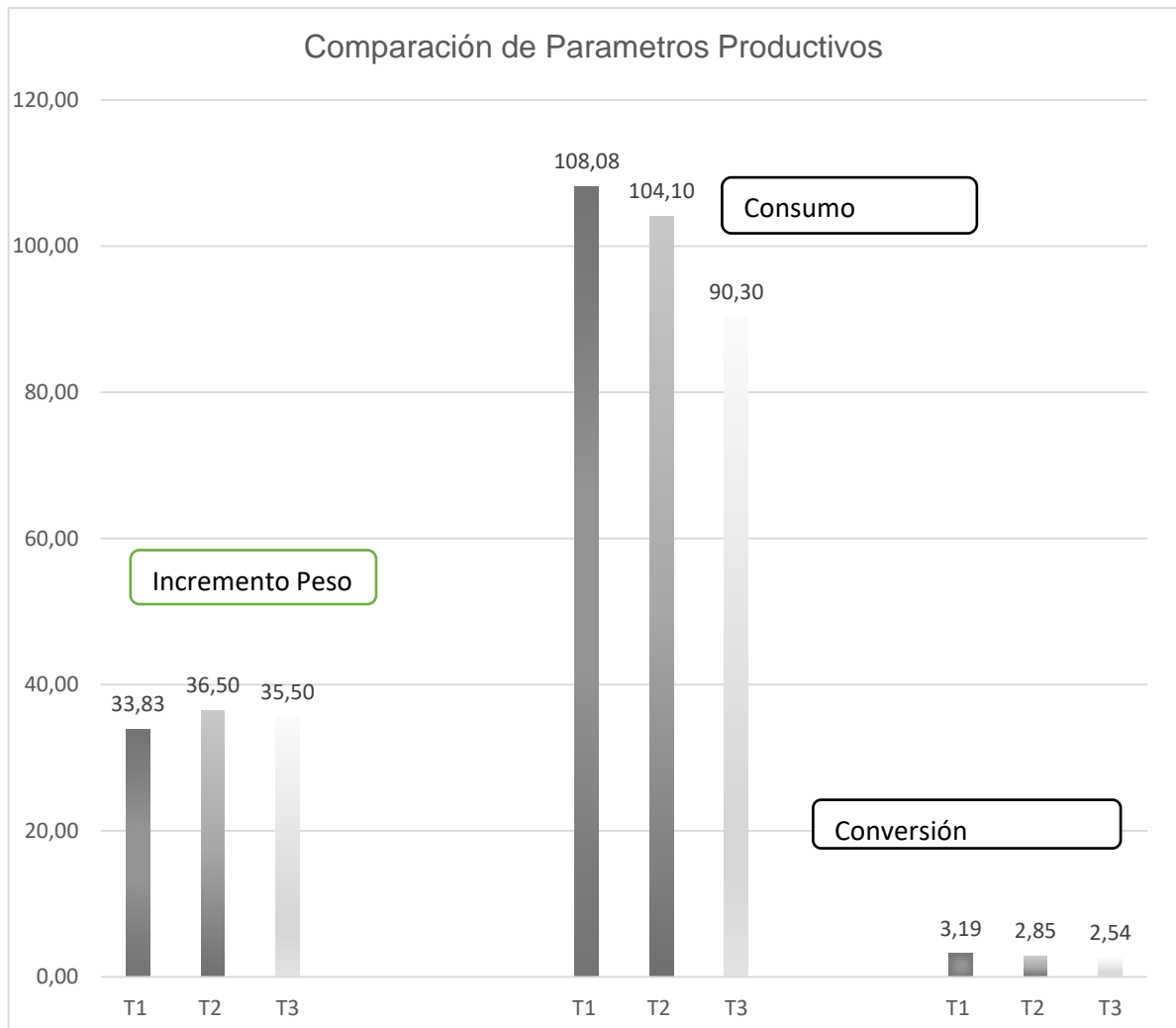
Fuente Elaboración propia

Interpretación:

Al final del tratamiento las vellosidades del T1 el ancho fue del 4,3%, el alto de 21,4% y la profundidad de 2,3% evidenciando un amento en el alto y la profundidad. En el T2 existió un incremento el ancho fue del 5%, el alto 19,7% y la profundidad de 3,4% y el T3 el ancho 4,3%, el alto de 20,3% y la profundidad de 4,3% observando un amento en el alto y la profundidad.

Nivel de sustitución del suero de leche en la ración alimenticia al evaluar las dietas suministradas.

Figura 8 Comparación de Parámetros Productivos



Fuente Elaboración propia

Interpretación:

El nivel de sustitución del suero de leche en la ración alimenticia al evaluar las dietas suministradas con respecto al incremento de peso el T2 fue el mejor con el 36.50%. Con respecto al consumo fue el T1 con 108, 08%. Mientras que de acuerdo a la conversión alimentaria el tratamiento T1 fue del 3,19%.

Discusión

En esta investigación se determinó la siguiente composición química del suero de leche: azúcares con el 5,055%; calcio 4 mg/100g; cenizas 0,534%; fósforo 13,2 mg/100g; grasa 0,5%; humedad 91,9%; proteína 1,718% y sodio 45,862 mg/100g. En cuanto al contenido de azúcares en el suero de leche, el valor del 5,055% es significativo, ya que sugiere que el suero de leche puede contener carbohidratos fermentables. Según la revisión de literatura de Boirie et al. (2016), la presencia de carbohidratos fermentables en la dieta puede ser beneficiosa para la salud intestinal, ya que estimula el crecimiento de bacterias beneficiosas en el colon. Además, los carbohidratos fermentables pueden mejorar la absorción de calcio y otros minerales en el intestino.

En relación al contenido de calcio, la cantidad encontrada de 4 mg/100g de suero de leche es relativamente baja en comparación con otros productos lácteos como la leche, que contiene aproximadamente 120 mg/100g de calcio (Gupta et al., 2020). Sin embargo, el suero de leche sigue siendo una buena fuente de calcio, que es un mineral importante para la salud ósea. En cuanto a la cantidad de cenizas, se encontró que el suero de leche contenía 0,534%, lo que indica la presencia de minerales y otros componentes inorgánicos en el producto. Según Elkins et al. (2020), los minerales en los productos lácteos, incluido el suero de leche, son importantes para la salud ósea, el metabolismo y la función celular y (Khan et al., 2021) agrega que interviene en el metabolismo de la energía. En relación al contenido de grasa, el valor del 0,5% indica que el suero de leche es un producto bajo en grasa, según Seifu et al. (2021) refiere que este porcentaje bajo en grasa favorece a la salud cardiovascular del animal.

Además, se evaluaron los parámetros productivos de los cerdos con respecto al consumo alimentario y se encontró que el incremento de peso fue mejor en el T2 con 36,5 Kg, mientras que el T1 presentó el consumo más alto con 108 Kg y mejor conversión alimentaria el T3 con

2.5. En cuanto a las vellosidades intestinales, se observó una variación en su profundidad con respecto a los valores referenciales.

En resumen, estos resultados concuerdan con otros estudios que demuestran que el uso de ciertos aditivos en la dieta puede mejorar el consumo y la conversión alimentaria en cerdos (Huang et al., 2020), como es el caso del suero de leche que contribuye a mejorar la eficiencia y rentabilidad de la producción de cerdos (NRC, 2012).

Este estudio presenta similitud con otros realizados por Pérez et al. (2014) en el que se demostró que el consumo de suero de leche incrementa el crecimiento de las vellosidades intestinales, lo que se refleja en un mejor crecimiento y ganancia de peso de los cerdos. Guanuchi (2022) también encontró que el suero de leche influye en el crecimiento de las vellosidades intestinales y que es una buena alternativa alimenticia para la etapa de levante, mientras que Zuluaga (2020) concluyó que la inclusión de lactosuero no afecta de manera negativa los parámetros productivos.

Por otro lado, Casco (2020) menciona que los lactoreemplazantes benefician la salud digestiva en lechones destetados y que su uso resulta rentable debido a que los beneficios superan a los costos. Argamentaría (2016) también destaca el uso de suero láctico en lechones post-destete, ya que favorece el desarrollo de una flora intestinal positiva y previene el desarrollo de gérmenes patógenos.

Cujigualpa (2023) recalca que el suero de leche es un gran complemento para una alimentación completa y nutritiva en el cerdo, mientras que Villarroel (2019) encontró que el suero de queso a voluntad y harina de arroz presentaron los mejores parámetros productivos en los cerdos. En general, se concluye que el suero de leche y los lactoreemplazantes son alternativas alimenticias que benefician la salud digestiva, mejoran el crecimiento y ganancia de peso de los cerdos, además de economizar su alimentación y asegurar un correcto desarrollo metabólico.

Conclusiones

- Una vez culminada la investigación se concluye que las características químicas analizadas del suero de leche fueron azúcares con el 5,055%; calcio 4 mg/100g; cenizas 0,534%; fósforo 13,2 mg/100g; grasa 0,5%; humedad 91,983%; proteína 1,718% y sodio 45,862 mg/100g. Además el proceso de titulación de la acidez determinó un pH inicial de 6,32 con acidez de 0,63; siendo estas las características iniciales de la materia prima.
- En la evaluación de los parámetros productivos de los cerdos con respecto al consumo alimentario en Kg el de mayor proporción fue el T1 con el 108,08. En la semana 2 y 3, el T1 arrojó diferencias estadísticas frente al T3. Aritméricamente se encontró un efecto mayor del tratamiento T2 compuesto por balanceado 70% + suero de leche 30%, consiguiendo en las 7 semanas de administración una ganancia de peso del 36,5%. Según la conversión alimentaria se observa que el mayor porcentaje fue del T1 con el 3,2a; seguido por el tratamiento T2 con 2,9ab; y del 2,5b del tratamiento T3.
- Al no existir diferencias numéricas representativas entre los valores hallados de alto y ancho de las vellosidades, no se pudo estimar el efecto del suero sobre esta variable, sin embargo existe variación en la profundidad de las vellosidades con respecto al valor referencial para el individuo T2 y T3 con respecto al T1 y al valor inicial, donde las micras se duplican.
- El nivel de sustitución del suero de leche en la ración alimenticia al evaluar las dietas suministradas con respecto al incremento de peso el T2 fue el mejor con el 36,50%. Con respecto al consumo fue el T1 con 108,08%. Mientras que de acuerdo a la conversión alimentaria el tratamiento T1 fue del 3,19%.

Recomendaciones

- Se debe continuar realizando investigaciones con el uso del suero de leche en la administración como suplemento en la dieta alimenticia y determinar los mejores parámetros productivos y beneficios económicos.
- Inyectar al sector pecuario para que hagan uso de suplementos alimentarios que pueden ser reutilizados como lo es el suero de leche para la alimentación de los porcinos los cuales demuestran tener beneficios en los parámetros productivos.
- Es recomendable el uso de la administración del tratamiento T2 balanceado 70% + suero de leche 30%, porque ayudó incremento de peso en los lechones y mejoro los parámetros productivos.
- Sería importante dar a conocer a los productores porcinos que el empleo del suero de leche es una alternativa de alimentación porque contribuye a la disminución de los costos de producción y representa una fuente constante de nutrientes que da lugar a un incremento en la ganancia en peso.

Bibliografía

- Argumenteria, A. (2016). Utilización del suero de leche en la alimentación del Gochu Asturcelta. Disponible en: <https://www.gochuasturcelta.org/2016/02/01/utilizaci%C3%B3n-del-suero-de-leche-en-la-alimentaci%C3%B3n-del-gochu-asturcelta/>.
- Aguilar, R., Bolaños, H., & Sàñches, J. (2017). La 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 El Salvador"*. 1-69. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15245/1/13101655.pdf>
- Angulo, J., Nemocòn, A., Posada, S., & Liliana, M. (2021). Producción, calidad de leche y análisis económico de vacas holstein suplementadas con ensilaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) o ensilaje de maíz. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Revista Cauca*. 1-13. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1535>.
- Boirie, Y., Achamrah, N., Beaumont, M., Gachon, P., Leturque, A., & Coëffier, M. (2016). Dose-response relationship between dietary protein intake and human gut microbiota: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1253-1265. doi: 10.1016/j.clnu.2016.06.002
- Briggs, P. (2018). Cerdo. Disponible en: <https://animapedia.org/animales-terrestres/cerdo/>.
- Caicedo, W., Valle, S. C., & Martha. (s.f). Ensilaje de tubérculos de Taro tratado con suero de leche: Efecto sobre el comportamiento productivo de cerdos en crecimiento y engorde. *Revista Electrònica REDVET*. 1-10. <https://www.researchgate.net/profile/Willan-Orlando-Caicedo->

Q/publication/326302502_Silage_of_Taro_tubers_treated_with_whey_Effect_on_the_productive_behavior_of_.

- Elkins, R., Sommers, C., & Orrico, K. (2020). Mineral Content and Potential Health Benefits of Raw and Processed Cow's Milk. *Frontiers in Nutrition*, 7, 146. doi: 10.3389/fnut.2020.00146
- FAO. (2016). Produccion animal cerdos. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>.
- FAO y Ministerio de Medio Ambiente y Alimentación de Dinamarca - Administración Danesa de Veterinaria y Alimentación. (2019). La producción porcina lecciones aprendidas de Dinamarca. <http://www.fao.org/3/CA2899ES/ca2899es.pdf>.
- Ferrín, C. (2019). Efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza Yorkshire x Landrace en etapas de crecimiento y engorde. 1-103. *Universidad de las Fuerzas Armadas. Santo Domingo. 1-103.* <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/21411/2/T-ESPE-003047.pdf>.
- Gupta, A., Sharma, M., & Meena, M. (2020). Comparative Analysis of Chemical, Nutritional and Microbial Properties of Cow Milk and Milk Products. *Journal of Dairy Research and Technology*, 2(2), 45-52. doi: 10.36922/jdrt.2020.2.0009
- Hanberkorn, N. (2018). Alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios. *Argentina. 1-77. Universidad Siglo 21.* <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN%20NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Hernández, A., & et.al. (2020). Definición del estándar racial del cerdo pelón mexicano de Yucatán, mediante características fanerópticas. *Revista Ciencia e Innovación Agroalimentaria de la Universidad de Juanajuato. 1(2); 1-13. Guanajuato.* <http://www.reiagro.ugto.mx/images/pdf/vol2/volumen-2-numero-2.pdf#page=4>.

- Huang, C., Qiao, S., Li, D., Piao, X., Ren, J., & Chen, X. (2020). Effects of dietary additives on swine growth performance: A meta-analysis. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11(1), 1-12.
- Juárez, M. (s.f). Sueros lácteos: Utilización en alimentación porcina. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 1-5. Argentina. Disponible en :https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/186-sueroslacteos.pdf.
- Khan, S. H., Iqbal, A., Ahmad, A., & Khan, M. I. (2021). Phosphorus and Human Health: A Comprehensive Review. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 37(2), 538-548. doi: 10.12669/pjms.37.2.3805
- Mazorra, M., & Moreni, J. (2020). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *Revista CienciaUAT* 14(1). 1-69. .
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000200133.
- Montagud, N. (2021). Los 12 tipos de técnicas de investigación: características y funciones. Disponible en: <https://psicologiyamente.com/cultura/tipos-tecnicas-investigacion>.
- NRC (2012). Nutrient requirements of swine (Eleventh revised edition). National Academies Press.
- Ouaffak, K., & Hernández, E. (2020). Crioconcentración al vacío de tres tipos de suero de leche de vaca. *Universidad Tècnica de catalunya. Mèxico*. 1-71.
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/329088/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Parsi, J. e. (2016). Desempeño productivo de lechones destetados con bajo peso alojados en instalaciones. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*.17(9):1-10.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456003.pdf>.

- Pérez, R., López, M., Bautista, E., García, A., & Ortiz, R. (2014). Efecto del suero de leche como complemento de la dieta sobre el crecimiento de las vellosidades intestinales y el peso de lechones en la etapa de 6 a 20 kg. *Revista Científica*, 24(4). 319-324. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95931404009.pdf>.
- Piquer, G. (2017). Importancia de la salud intestinal de los cerdos. Disponible en: <https://infopork.com/2017/03/importancia-la-salud-intestinal-los-cerdos/>.
- Rautenberg, H. (2016). Evaluación de dos sistemas de racionamiento comercial en la alimentación de cerdos en etapa de post destete (31-52 días) en el fundo Miraflores - trópico de San Martín. *Universidad de San Martín de sarapoto. Perú*. 1-138. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/365>.
- Rivera, A., & Rodriguez, J. (2017). Propiedades Fisico-quimicas de Un postre congelado elaborado con aislado de suero de leche y leche. *university of Puerto Rico, Mayaguez. Puerto Rico*. <https://www.proquest.com/openview/fe75df6cd2432adc073fdd8851d804a8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.
- Rodríguez, D. (2016). Consideraciones sobre el destete en lechones. *Revista Científica*, 26(1):55-62. *Maracaibo*. <https://1library.co/document/ye8xovey-consideraciones-sobre-el-destete-en-lechones.html>.
- Romero, L. (2020). Elegir el metodo de investigacion adecuado. *Revista. Comunicar*. <https://www.revistacomunicar.com/wp/escuela-de-autores/elegir-el-metodo-de-investigacion-adecuado/>.
- Rotecna. (2019). Producción porcina en Ecuador. https://www.3tres3.com/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_40926/.
- Ruiz, T. (2017). Sistema de alimentacion de lechones. *Universidad Autonoma de Mèxico*. de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/94399..>

- Sanvicente, M. (2018). Uso de recursos locales en los sistemas de crianza de cerdos a pequeña escala en el sureste de México. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Uso-de-recursos-locales-en-los-sistemas-de-crianza-de-cerdos-a-peque%C3%B1a-escala-en-el-sureste-de-M%C3%A9xico>.
- Seifu, E., Buys, E. M., Van Rooyen, J., & Conradie, P. J. (2021). Nutritional and Health Benefits of Dairy Foods: A Review. *South African Journal of Clinical Nutrition*, 34(1), 1-8. doi: 10.1080/16070658.2020.1827734.
- Tabi, S. (2017). Formulación de una dieta de costo mínimo para alimentación de cerdos incluyendo los insumos no convencionales suero y ariche. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras* . 1-52. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6169/1/AGN-2017-034.pdf>.
- Uzcategui, R. e. (2016). Coeficientes técnicos y estructura de costo de una granja porcina sitio i ubicada en el municipio Mariño del estado Aragua, Venezuela. *Revista Científica*, 26(1):55-62. *Maracaibo*. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95944832010.pdf>.
- Valdès, F. (2019). Metodología de investigación. *Universidad Autónoma del estado de México*, 1-257. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/107898/secme-28300_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Vera, J., & Basurto, R. (2021). Evaluación del efecto de las estaciones climáticas en la calidad microbiológica y fisicoquímica de la leche de vaca post ordeño. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta*. 1-116. <http://190.15.136.145/bitstream/42000/1404/6/TTAI12D.pdf>.
- Yanes, D., & Montalvo, M. (2018). Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos.

1-107. Universidad Central del Ecuador. Quito.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>.

Yaquian, E. (2018). Efecto de la suplementación con suero de requesón proveniente de leche de vaca, sobre la ganancia de peso en lechones destetados. *Universidad de San Carlos de Guatemala. 1-32.*
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/8510/1/Fernando%20Yaquian.%20Tesis%20Zootecnia.pdf>.

Zuluaga, J. (2020). Efecto del suero lácteo como suplemento de la dieta sobre el consumo de alimento concentrado, ganancia de peso y calidad de la canal en cerdos. *Corporación Universitaria Lasallista. Caldas. 1-23.*
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2692/1/EFECTO_SUERO_LACTEO_COMO_SUPLEMENTO_DIETA_SOBRE_CONSUMO_CONCENTRAD O.pdf.

ANEXOS







Victor Alfonso Calle Nieto portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302759147**. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Utilización de suero lácteo como suplemento en la dieta para lechones y su efecto en el crecimiento de vellosidades intestinales”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **04 de mayo de 2023**

F:

Victor Alfonso Calle Nieto

C.I. 0302759147