

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



“Efecto de la leche en polvo en dieta de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en las etapas de inicio y crecimiento”

T E S I S

Para optar el Título Profesional de
MÉDICO VETERINARIO

Presentada por la Bachiller
DIANA JENIFFER LLANOS LUJÁN

Asesor:
Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN

CAJAMARCA – PERÚ

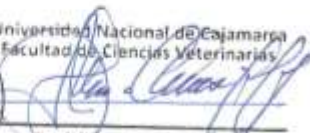
2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Diana Jeniffer Llanos Luján
DNI: 73867552
Escuela Profesional: Medicina Veterinaria
2. **Asesor:** Dr. José Fernando Coronado León
3. **Facultad:** Ciencias Veterinarias
4. **Grado académico o título profesional:** Título Profesional
5. **Tipo de Investigación:** Tesis
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "Efecto de la leche en polvo en dieta de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en las etapas de inicio y crecimiento"
7. **Fecha de Evaluación:** 11 de junio del 2025
8. **Software Antiplagio:** Turnitin
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 15%
10. **Código Documento:** trn:oid:3117:466342893
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** Aprobado

Fecha Emisión: 12 de junio del 2025



Universidad Nacional de Cajamarca
Facultad de Ciencias Veterinarias

Dr. Wilder Quispe Urteaga
Director de la Unidad de Investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA
Fundada Por Ley N°14015 Del 13 De febrero De 1962
UNIVERSIDAD LICENCIADA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DECANATO

Av. Atahualpa 1050 - Ciudad Universitaria Edificio 2F - 205 Fono 076 365852



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Cajamarca, siendo las nueve horas del día seis de junio del dos mil veinticinco, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Veterinarias “César Bazán Vásquez” de la Universidad Nacional de Cajamarca los integrantes del jurado calificador, designados por el Consejo de Facultad, con el objeto de evaluar la sustentación de Tesis titulada: **“Efecto de la leche en polvo en dieta de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en las etapas de inicio y crecimiento”**, asesorada por el docente **Dr. José Fernando Coronado León** y presentada por la Bachiller en Medicina Veterinaria: **DIANA JENIFFER LLANOS LUJÁN**.

Acto seguido el presidente del jurado procedió a dar por iniciada la sustentación y para los efectos del caso se invitó a la sustentante a exponer su trabajo.

Concluida la exposición de la Tesis, los miembros del jurado calificador formularon las preguntas que consideraron convenientes relacionadas con el trabajo presentado; asimismo, el presidente invitó al público asistente a formular preguntas concernientes al tema.

Después de realizar la calificación de acuerdo a las pautas de evaluación señaladas en el Reglamento de Tesis, el jurado calificador acordó: **APROBAR** la sustentación de Tesis para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO**, con el calificativo final obtenido de **DIECISÉIS (16)**.

Siendo las diez horas y veinte minutos del mismo día, el presidente del jurado calificador dio por concluido el proceso de sustentación.

Dr. JOSÉ ANTONIO NIÑO RAMOS

PRESIDENTE

M. Sc. M.V. JAIME MEGO SILVA

VOCAL

Dr. GILBERTO FERNÁNDEZ IDROGO

SECRETARIO

Dr. JOSÉ FERNANDO CORONADO LEÓN

ASESOR

DEDICATORIA

**A mi hijo Rodrigo
el motor y razón de mi vida,
por quién lucharé incansablemente.**

AGRADECIMIENTO

*A todas la personas que hicieron posible y que contribuyeron
con su infinito apoyo para que alcance la meta de un
sueño que inició desde que era niña, a mi adorada familia.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Bases Teóricas.....	5
1.3. Definición de términos básicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO METODOLÓGICO	21
2.1. Ubicación Geográfica	21
2.2. Diseño de la Investigación	22
2.3. Métodos de Investigación	28
2.4. Población, muestra y unidad de análisis	28
2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información	29
2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	30
2.7. Equipos y materiales.....	31

CAPÍTULO III.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Presentación de Resultados	32
3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	43
3.3. Contrastación de hipótesis	51
CAPÍTULO IV.....	52
CONCLUSIONES	52
CAPÍTULO V	53
SUGERENCIAS.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Peso promedio semanal (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento durante las 7 semanas de estudio (n=12).....	32
Tabla 2. Peso promedio de los cerdos del grupo experimental y tratamiento durante las etapas de inicio y crecimiento (n=12).	33
Tabla 3. Ganancia de peso semanal y total (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento (n = 12).....	35
Tabla 4. Ganancia de peso (kg) de los cerdos del grupo tratamiento y control por etapa (n=12).	36
Tabla 5. Consumo de alimento (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por semana (n=12).	37
Tabla 6. Consumo de alimento (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por etapa (n=12).....	39
Tabla 7. Conversión alimenticia (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por semana (n=12).	40
Tabla 8. Conversión alimenticia (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por etapa (n=12).....	41
Tabla 9. Mérito económico de cerdos alimentados con concentrado suplementado con leche en polvo (grupo experimental) y sin suplementación (grupo tratamiento) (n=12)	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de la leche el polvo Delac®	23
Cuadro 2. Composición porcentual de la ración de concentrado del grupo experimental con leche en polvo.....	24
Cuadro 3. Aporte nutricional de la ración experimental (Grupo experimental con leche en polvo)	24
Cuadro 4. Composición porcentual de la ración del grupo tratamiento (sin leche en polvo).....	25
Cuadro 5. Aporte nutricional de la ración del grupo tratamiento (sin leche en polvo)	25
Cuadro 6. Programa de alimentación de los grupos experimental y tratamiento con leche en polvo	26

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de leche en polvo en las dietas de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en las etapas de inicio y crecimiento sobre parámetros productivos como peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La investigación se llevó a cabo en la granja “San José” del caserío Valle Verde, distrito de Los Baños del Inca, provincia de Cajamarca, Perú. Se emplearon doce cerdos destetados de 30 días de edad, distribuidos en dos grupos de seis animales (tres machos castrados y tres hembras por grupo): un grupo tratamiento alimentado con concentrado y un grupo experimental que recibió concentrado suplementado con leche en polvo (30% en etapa de inicio y 20% en etapa de crecimiento), durante un periodo de 49 días. Los resultados mostraron que la suplementación con leche en polvo produjo un incremento significativo del peso vivo a partir de la segunda semana, diferencia sostenida hasta la séptima semana. Asimismo, la ganancia de peso fue superior en el grupo suplementado, en especial en la etapa de crecimiento. El consumo de alimento también fue mayor en los cerdos suplementados con leche en polvo a partir de la tercera semana. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia, excepto en la semana 3, donde el grupo suplementado mostró una mejor eficiencia. Respecto al análisis económico, ambos grupos generaron ganancias, pero el grupo tratamiento presentó un mérito económico superior, debido al menor costo de alimentación. Se concluye que, si bien la inclusión de leche en polvo mejora el rendimiento productivo, su rentabilidad dependerá del precio de los insumos y del valor de mercado del cerdo.

Palabras clave: Leche en polvo; Post-destete; Peso vivo; Ganancia de peso; Consumo de alimento; Conversión alimenticia.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of powdered milk inclusion in the diets of pigs (*Sus scrofa domesticus*) during the starter and growing stages on productive parameters such as body weight, weight gain, feed intake, and feed conversion ratio. The research was conducted in the pig farms of Valle Verde village, district of Los Baños del Inca, province of Cajamarca, Peru. Twelve weaned pigs, 30 days old, were used and distributed into two groups of six animals each (three castrated males and three females per group): a treatment group fed a standard diet and a treatment group that received a concentrate supplemented with powdered milk (30% during the starter stage and 20% during the growing stage) over a period of 49 days. The results showed that the inclusion of powdered milk produced a significant increase in body weight from the second week, with a sustained difference until the seventh week. Likewise, weight gain was higher in the supplemented group, particularly during the growing stage. Feed intake was also higher in treated pigs from the third week onwards. However, no statistically significant differences were observed in feed conversion ratio, except in week 3, where the supplemented group showed better efficiency. Regarding economic analysis, both groups yielded profit, but the treatment group achieved a higher economic merit (S/. 62.55 vs. S/. 31.00 per pig), primarily due to lower feed costs. These results suggest that although milk powder improves productive performance, its profitability depends on input prices and the market value of live pigs.

Keywords: Powdered milk; Weaned piglets; Body weight; Weight gain; Feed intake; Feed conversion ratio

INTRODUCCIÓN

La porcicultura representa una actividad de gran importancia económica y social a nivel mundial, orientada tanto a la producción intensiva como familiar de carne de cerdo para el consumo humano (1,2). En las últimas décadas, este sector ha enfrentado el reto de satisfacer la creciente demanda de productos cárnicos, al tiempo que busca optimizar la eficiencia y reducir los costos de producción (3). Actualmente, la carne de cerdo ocupa el segundo lugar entre las más consumidas a nivel global, con un consumo per cápita promedio de 15,6 kg en 2019. En 2021, la población porcina superó los 100 millones de animales, siendo China el principal productor. Este crecimiento, sostenido a una tasa anual del 2,3 % en las últimas dos décadas, ha sido impulsado por factores como la urbanización, el aumento del poder adquisitivo y las mejoras en la eficiencia productiva (4).

Los cerdos destacan por ser la segunda especie más eficiente en la conversión de proteína vegetal en proteína animal, lo cual los posiciona como una fuente estratégica de alimento en los sistemas agroalimentarios (5). Sin embargo, alcanzar altos niveles de productividad depende en gran medida del manejo nutricional, considerando que la alimentación representa aproximadamente el 70 % del costo total de producción porcina (1).

Una alimentación adecuada durante la etapa de post-destete es crucial para el éxito productivo. Esta fase implica una transición brusca de una dieta líquida basada en leche materna a una dieta sólida, lo que conlleva a menudo estrés, disminución de la ingesta, trastornos digestivos y menor ganancia de peso (6). Por ello, se han propuesto diversas estrategias nutricionales, entre las que resalta la inclusión de productos lácteos como la leche en polvo, el suero lácteo y sus derivados, por su alta digestibilidad, contenido

proteico y capacidad para mejorar la palatabilidad, la salud intestinal y el rendimiento productivo (7).

Estudios recientes han evidenciado que niveles adecuados de lactosa en la dieta post-destete pueden mejorar significativamente la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia (7). Un exceso de estos productos puede inducir efectos adversos, como la diarrea osmótica, por lo que, se vuelve fundamental determinar niveles óptimos de inclusión (7,8). Sin embargo, aún no se ha determinado con claridad si la inclusión de leche en polvo en dietas post-destete resulta eficaz y económicamente viable en sistemas de producción locales. Esta investigación busca aportar evidencia científica sobre esta temática, particularmente en las condiciones productivas de la región de Cajamarca.

En este marco, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de leche en polvo en la alimentación de cerdos durante las etapas de inicio y crecimiento sobre los parámetros productivos: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Asimismo, se analizó la viabilidad económica de esta práctica como estrategia nutricional en sistemas de crianza locales. Para responder a esta pregunta de investigación, se desarrolló un estudio experimental controlado, empleando cerdos destetados alimentados con dietas diferenciadas según la inclusión de leche en polvo. Este trabajo se centró en animales criados bajo condiciones propias del entorno local, lo cual permite contextualizar los hallazgos y ofrecer recomendaciones aplicables a explotaciones porcinas similares en regiones con características productivas semejantes.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Internacionales

Barbosa (2007) evaluó en Colombia el efecto de incluir leche bovina fermentada y aceites esenciales de orégano en dietas de lechones destetados. Se utilizaron niveles de 0 %, 10 % y 20 % de leche fermentada, observándose un incremento significativo en el peso corporal y en el consumo de alimento en los grupos suplementados ($p < 0,05$). Asimismo, la combinación con aceite esencial de orégano mejoró el peso corporal, aunque no se encontraron diferencias en la conversión alimenticia. El autor concluyó que la leche bovina fermentada facilita la transición dietética post-destete, aunque su uso prolongado podría reducir el consumo de alimento seco (9).

Pérez Sánchez realizó un estudio en México con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación con suero de leche en lechones destetados. Se compararon tres grupos alimentados con concentrado comercial y distintas cantidades de suero de leche (0, 1,5 y 3,0 litros diarios). Los resultados mostraron que la suplementación con 1,5 litros diarios mejoró significativamente la ganancia diaria de peso, el consumo de alimento y la longitud de las vellosidades intestinales ($p < 0,05$), reduciendo en una semana la duración de la etapa de crecimiento de 6 a 20 kg de peso vivo (10).

Lin y colaboradores (2023) evaluaron en China los efectos de la suplementación con leche de fórmula fermentada con bacterias ácido-lácticas en lechones destetados. El estudio incluyó dos grupos de lechones machos, uno control y otro

tratado con leche fermentada. Los resultados indicaron que el tratamiento favoreció el desarrollo del intestino delgado, mejoró la absorción de nutrientes y fortaleció el sistema inmunológico, contribuyendo a optimizar el crecimiento y reducir el estrés post-destete (11).

1.1.2. Nacionales

Rautenberg (2016) evaluó en Tarapoto el efecto de dos sistemas de racionamiento comercial en cerdos post-destete (31–52 días), comparando un alimento tradicional de granja frente a un alimento peletizado comercial (Pig Tech 2 y 3). Trabajando con 24 lechones Landrace-Yorkshire x Duroc, concluyó que el uso de iniciadores balanceados, palatables y de alta absorción nutricional mejora significativamente la ganancia de peso y el consumo de alimento en la etapa de recría (12).

Cieza Irigoín (2017) evaluó en Cajamarca el impacto de una dieta de preinicio administrada durante la lactancia sobre el desempeño post-destete en lechones York/Landrace. Se trabajó con dos grupos: uno control (T0), alimentado solo con leche materna y concentrado post-destete, y otro experimental (T1), suplementado con concentrado desde la tercera semana de vida. Al finalizar el estudio, el grupo T1 presentó un mayor peso final (8.148,89 g vs. 7.438,89 g), una mayor ganancia diaria de peso (157,50 g vs. 139,32 g) y una mejor conversión alimenticia (1,14 vs. 1,34) respecto al grupo control. El autor concluyó que la inclusión temprana de una dieta de preinicio favorece significativamente el crecimiento y la eficiencia alimenticia en lechones (13).

Peña García (2020) evaluó en la Universidad Nacional de Trujillo el uso de un ensilado biológico (elaborado con cabeza de langostino, melaza y leche fermentada) como suplemento alimenticio para cerdos de traspatio y como fertilizante para pasto maralfalfa. Se incluyeron niveles de 0 %, 5 %, 10 % y 15 % de ensilado en la dieta base. Los resultados mostraron que las dietas con ensilado mejoraron la eficiencia alimenticia (>97 %) y el mérito económico. Además, el lixiviado del ensilado mejoró significativamente la producción de forraje, consolidando al ensilado biológico como una alternativa viable en alimentación animal y agricultura sostenible (14).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Producción porcina en la actualidad

La porcicultura es una actividad versátil que puede desarrollarse tanto en grandes sistemas industriales como en pequeñas unidades familiares. En contextos rurales, ofrece una opción económica y accesible al aprovechar residuos alimenticios, como suero de leche y desechos agrícolas, con una inversión mínima (15). Esto la convierte en una fuente de sustento y contribuye a la economía de las familias. Sin embargo, para que la porcicultura sea rentable como industria, es fundamental contar con conocimientos técnicos en zootecnia, administración y planificación, algo que muchos pequeños productores no poseen, limitando su eficiencia y sostenibilidad. A pesar de estos desafíos, la demanda constante de carne de cerdo garantiza un mercado estable, ya que prácticamente todas las partes del animal tienen valor comercial (16).

Como profesionales de la Medicina Veterinaria, es importante promover este sector tanto a pequeña como a gran escala. Aunque no se necesita

una gran inversión inicial, el manejo adecuado y el cuidado de los cerdos requiere un conocimiento básico que, si se aplica correctamente, puede ayudar a reducir el desperdicio de recursos y maximizar los beneficios económicos. Por lo tanto, la porcicultura representa una oportunidad importante para el desarrollo rural, no solo en términos de seguridad alimentaria, sino también como una fuente de ingresos sostenibles para las familias y las comunidades, cuando se gestiona adecuadamente (17).

La producción mundial de carne de cerdo en el año 2019 alcanzó un volumen de 124 millones de toneladas (equivalente a 1,5 billones de unidades), lo que representó el 1,5% más de lo obtenido en similar periodo del año anterior. Asimismo, durante el periodo 2000 al 2019, la producción de carne de cerdo presentó un crecimiento promedio anual del 1,7%; y al comparar volúmenes del año 2000 respecto al 2019 se incrementó en 37,7% (17).

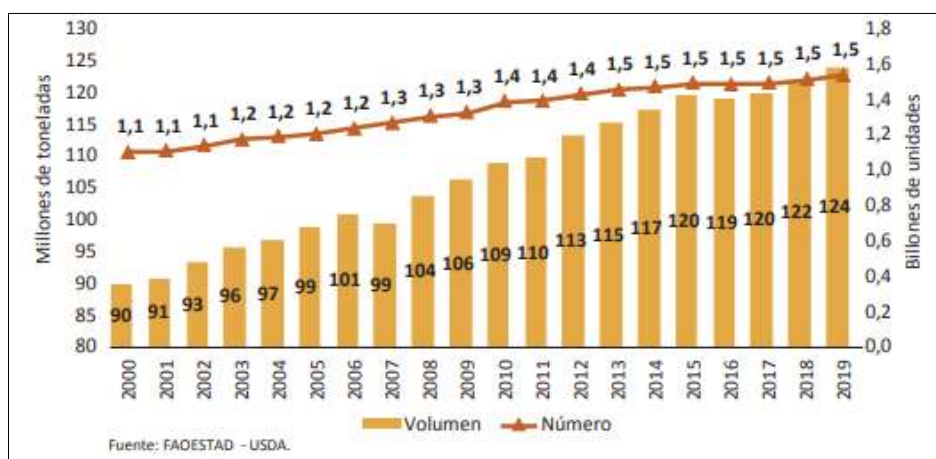


Figura 1.- Evolución de la producción mundial de carne de cerdo (17).

1.2.2. Producción de la carne de cerdo, panorama y perspectiva nacional

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) (18) nos indica que el Perú de enero del 2023 al 2024 ha tenido un incremento del ingreso y utilización de carne de cerdo para embutidos y carnes preparadas, estimando para el 2023 alrededor de 1987 toneladas y hasta enero de 2024 un total de 2038 toneladas, efectuándose así un incremento importante sobre la explotación de esta especie para derivados como los mencionados anteriormente. Asimismo, nos revela que, durante los últimos 20 años, el consumo de carne de cerdo ha tenido un crecimiento sostenido a una tasa anual de 2,3% con excepciones en algunos años, pero en general este incremento fue considerable. La preferencia de los consumidores de carne se debe principalmente a los valores nutricionales, la versatilidad para su preparación que tiene en el mercado frente a otras carnes (19).

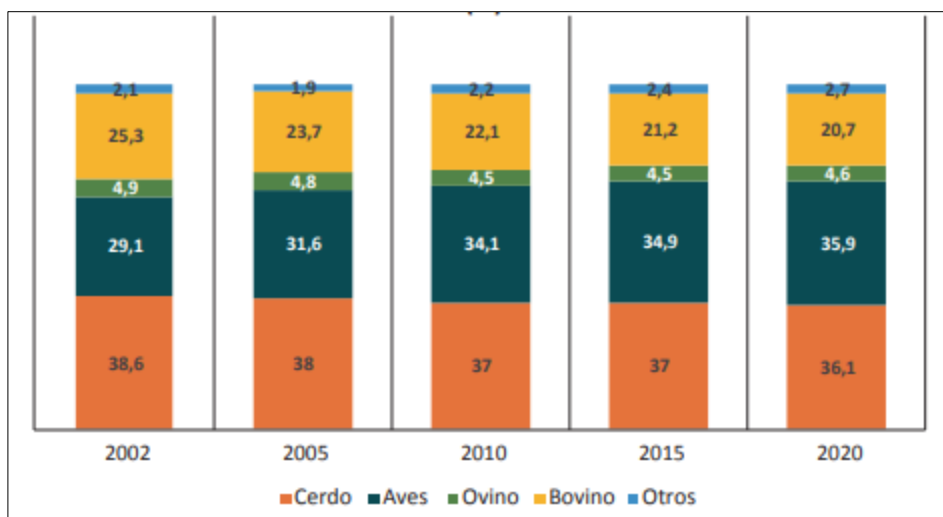


Figura 2.- Tendencia mundial de consumo de carne.(19)

De acuerdo a las perspectivas de crecimiento económico del mundo, el Fondo Monetario Mundial (FMI) prevé que se mantendrá estable en los próximos años (3,1% - 3,4%) contribuyendo a continuar aumentando el consumo, siendo el rápido crecimiento demográfico y la urbanización factores a considerar, puesto que, seguirán siendo el núcleo conductor del crecimiento del consumo total de la carne de cerdo (19).

1.2.3. Anatomía y fisiología digestiva del cerdo

La digestión en el cerdo involucra una serie de procesos que deben ser estudiados debido a su relevancia por ser un animal destinado a la producción de carne. Los pasos de la digestión incluyen la prehensión de los alimentos, masticación y mezcla con saliva, deglución, digestión en el estómago, digestión en el intestino, absorción de nutrientes y defecación. El sistema digestivo consiste en un largo tubo que se extiende desde la boca hasta el ano, y cuenta con varias cavidades o compartimientos de diferente capacidad, como el estómago y el intestino grueso. Asociadas a este tubo se encuentran diversas glándulas que secretan jugos digestivos para facilitar la disolución y digestión de los alimentos (20).

La leche de las cerdas solo satisface las necesidades energéticas de los lechones durante la primera semana de vida. Esto se debe a que los lechones tienen un gran potencial genético para ganar peso rápidamente, llegando a multiplicar su peso al nacer (1,4 kg) por veinte veces para cuando alcanzan los 70 días de edad (21).

DeRouchey et al. (22) nos indica que su sistema digestivo es apropiado para raciones completas en base a concentrados. Sin embargo, este multifacético sistema involucra muchas funciones complejas e interactivas.

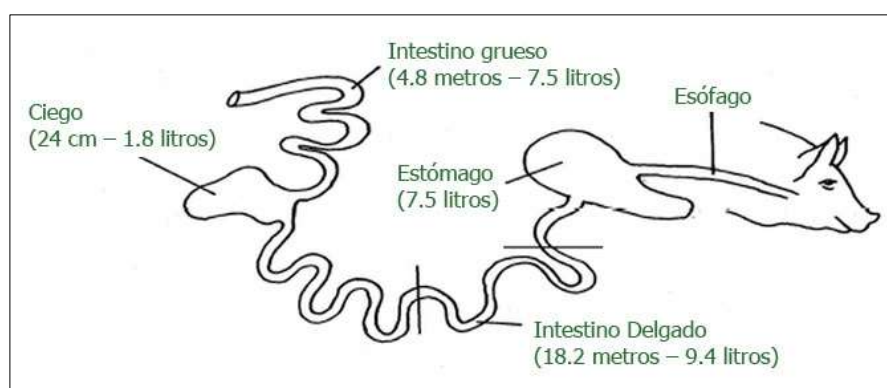


Figura 3.- Anatomía digestiva del cerdo. (19)

1.2.3.1. Boca

La cavidad bucal es la primera parte del tubo digestivo, formada por casi todos los huesos de la cara y por la mandíbula, caudalmente comunica con la faringe a través del paladar blando, en este lugar se forma el istmo de las fauces y rostralmente abre al exterior a través de los labios (23).

En la boca, los alimentos son masticados y pulverizados con los molares, de extremos redondeados como los del hombre. Durante la masticación, las glándulas salivares vierten en la boca sus productos impregnando los alimentos y atacando con especialidad, efecto de un cierto fermento, la diastasa salivar y los hidratos de carbono, que transforma en glucosa (20). Cabe destacar la lengua, un órgano músculomembranoso esencial, que es muy móvil y fuerte, ubicado en la cavidad oral. Su función principal es empujar los alimentos hacia las superficies dentarias, facilitando así su masticación (23). Posteriormente, al contraerse de adelante hacia atrás,

la lengua impulsa el bolo alimenticio hacia el esófago, donde las contracciones progresivas lo trasladan al estómago. Durante este proceso, el velo del paladar se eleva, lo que obliga a la epiglotis a cerrar completamente la abertura de la laringe, ubicada en el fondo de la boca (20).

1.2.3.2. Estómago

El estómago es el órgano muscular responsable de almacenar, iniciar la descomposición de los nutrientes y enviar la digesta al intestino delgado para que sea absorbida posteriormente. Posee cuatro áreas diferentes que incluyen la región del esófago, la de las glándulas cardias, la región de las glándulas fúndicas y pilóricas (22).

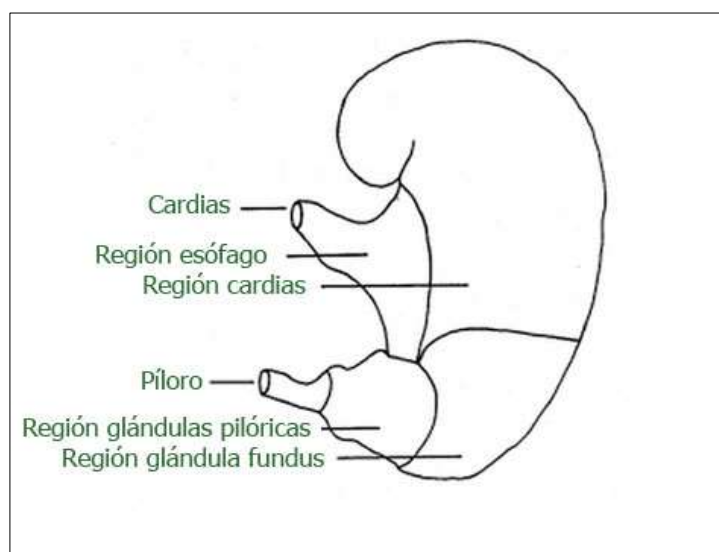


Figura 4.- Regiones del estómago en el cerdo. (22)

Una vez en el estómago, el bolo alimenticio por su sola presencia excita la secreción de las glándulas que producen el jugo gástrico y que por las combinaciones constantes del estómago se mezcla con los alimentos. El jugo gástrico está compuesto de agua, sales, ácido clorhídrico y pepsina

(la enzima encargada de la digestión de las proteínas) formada a partir del pepsinógeno, obra sobre los elementos cuaternarios o albuminoides, que solubiliza y transforma en albuminosos. Al principio, la producción de estas dos sustancias es baja, pero aumenta gradualmente con el tiempo hasta alcanzar niveles adecuados en el momento del destete. Las materias contenidas en el estómago, convertidas en una pasta grisácea, quimo, franquean el píloro y penetran en el intestino delgado, donde comienza la digestión intestinal (21). Durante la lactancia, no es necesaria una gran cantidad de ácido clorhídrico, ya que los lechones consumen pequeñas cantidades de leche, que es muy fácil de digerir, varias veces al día. Además, la leche contiene altos niveles de lactosa, lo que fomenta el crecimiento de lactobacilos que producen ácido y reducen el pH estomacal de forma natural, inhibiendo así la producción de ácido clorhídrico (20).

1.2.3.3. Intestino delgado, páncreas e hígado

La absorción de nutrientes ocurre principalmente en el intestino delgado. La primera sección es el duodeno, que mide aproximadamente 12 pulgadas de largo y es la parte del intestino delgado donde desembocan los conductos del páncreas y el hígado. En esta zona, el alimento parcialmente digerido procedente del estómago se mezcla con las secreciones del intestino, el hígado y el páncreas (21). En los lechones, la deficiencia en el aumento de peso se relaciona con la longitud de su intestino delgado, ya que cuanto más largo es, mayor es su área de absorción. Un lechón de 3 kg tiene un intestino delgado cuya superficie

de absorción abarca alrededor de 114 m², lo que equivale a casi la mitad de una cancha de tenis (22).

En el intestino delgado se encuentra una delgada membrana con apariencia aterciopelada, formada por una cantidad infinita de microvellosidades, cuya función es absorber los líquidos presentes en el intestino y transportarlos a través de vasos diminutos llamados quilíferos. Cuanto mayor es el tamaño de estas vellosidades, mayor es su capacidad de absorción, ya que en sus bordes se producen diversas enzimas digestivas, como maltasa, lactasa, sacarasa y peptidasa, que facilitan el transporte de nutrientes hacia el organismo. Estas vellosidades son más grandes en los recién nacidos, pero disminuyen gradualmente a lo largo de la lactancia, siendo el destete el momento en que se produce la mayor reducción (21).

El páncreas, por otro lado, participa en las excreciones a nivel exocrino y endocrino (20). Su función en el proceso digestivo es producir y segregar las enzimas necesarias para la digestión del quimo y proteger las células del daño causado por el pH. El jugo pancreático emulsiona las grasas, y tiene además una acción disolvente sobre los hidratos de carbono, cuya transformación comenzada por la diastasa salivar acaba en glucosa (22).

Hernández (22) señala que el páncreas segrega jugos pancreáticos que contienen enzimas responsables de la digestión de almidones (carbohidratos), proteínas (tripsina y quimiotripsina) y grasas (lipasas). Un lechón de cinco semanas produce aproximadamente medio litro de jugo pancreático al día. Durante la lactancia, esta producción se mantiene

constante, pero disminuye tras el destete debido a la reducción en la ingesta de alimentos. Por lo tanto, estimular el consumo de alimento inmediatamente después del destete ayuda a aumentar la producción de enzimas digestivas en el páncreas.

Por último y no menos importante, el hígado es la glándula más voluminosa e imprescindible del organismo, produce la bilis, que es necesaria para la emulsificación de las grasas. Además de muchas otras funciones, es el gran laboratorio de transformación de sustancias absorbidas en el intestino para convertirlas en elementos propios del individuo. Presenta cuatro lóbulos principales y uno accesorio: lateral derecho, central derecho, central izquierdo y lóbulo caudal. No presenta impresión renal, presenta vesícula biliar (23).



Figura 5.- Microvellosidades intestinales del cerdo a nivel de duodeno.
(22)

1.2.3.4. Intestino grueso

De 4 metros de longitud aproximadamente es la parte del tubo digestivo, situado entre la terminación del ilion y el ano. Su longitud es menor que el intestino delgado y su diámetro es mayor que la de este. Está dividido en: ciego, colon, recto y ano. Su función principal es absorber agua (23). Todas las sustancias alimenticias que no han sido absorbidas y asimiladas continúan su marcha y penetran en el intestino grueso; luego en el colon, donde todavía extraen las papilas o microvellosidades una débil cantidad de quilo. Después de extraer toda el agua, la digesta se condensa en un material semi sólido que pasa por el recto, de donde es expelido por el ano; dando lugar a la defecación (22).

1.2.4. Uso de sustitutivos de leche

Los sustitutivos de la leche son una manera práctica y eficiente de facilitar el cambio de la leche materna por una ración seca, dando tiempo para el completo desarrollo del sistema digestivo de los lechones. El éxito de su uso puede ser atribuido al hecho de que el lechón puede encontrar todos los nutrientes necesarios a su desarrollo inclusive agua, de una fuente que es muy parecida a la leche de su madre, sin alterar radicalmente sus hábitos alimentares. Un beneficio adicional, es que no ocurren las alteraciones en las vellosidades intestinales con la misma intensidad que se verifica al destete con raciones secas (21).

El destete representa un momento crítico para los lechones, caracterizado por cambios bruscos en el entorno físico, social y nutricional, que incrementan el riesgo de retraso en el crecimiento y aparición de diarreas postdestete (Referencia). Diversas estrategias pre-destete, como la

suplementación con leche o alimentación líquida, han demostrado estimular la maduración intestinal, mejorar la ingesta temprana de alimento y favorecer un crecimiento postdestete más acelerado, contribuyendo así a maximizar el desarrollo a largo plazo de los cerdos (24).

Diversos estudios han evaluado el efecto de la inclusión de ingredientes funcionales de alta digestibilidad en dietas postdestete. Una revisión de 25 artículos científicos publicada en los últimos quince años indicó que el uso de plasma rociado seco en dietas de lechones destetados mejora significativamente la ganancia de peso y el consumo de alimento durante la primera semana postdestete (25).

La inclusión de productos lácteos en las dietas de arrastre y de destete favorece la aceptación y palatabilidad del alimento, debido a que proporciona un olor, sabor y digestibilidad familiares al lechón. Los lechones que no han sido expuestos a dietas de arrastre enfrentan al destete una transición hacia nutrientes de origen vegetal, que resultan más difíciles de digerir con las enzimas predominantemente orientadas hacia la leche en esta etapa. Por ello, se recomienda ofrecer dietas postdestete basadas en derivados lácteos como suero, leche descremada y lactosa. Según el tipo de proteína utilizada y la fase de crecimiento, la inclusión de productos lácteos puede variar entre el 20 % y el 40 % de la formulación dietética (26).

Otro estudio ha investigado el potencial de productos lácteos procesados en el desarrollo intestinal de neonatos. Se evaluó el efecto del calostro bovino fresco, calostro en polvo y calostro pasteurizado en polvo sobre

la función intestinal. A pesar de que el procesamiento disminuyó la concentración de algunos factores bioactivos como TGF- β 1 y TGF- β 2, el calostro tratado mantuvo efectos positivos, incluyendo la reducción de la severidad de enterocolitis necrotizante, menores niveles de citoquinas proinflamatorias (IL-1 β , IL-8) y mayor altura de vellosidades intestinales. Además, se mejoraron la absorción de hexosas y las actividades enzimáticas digestivas, confirmando que los derivados lácteos, incluso procesados, conservan propiedades tróficas y antiinflamatorias sobre el intestino inmaduro (27).

La leche materna y sus derivados contienen oligosacáridos bioactivos que contribuyen al desarrollo postnatal en neonatos. En un modelo experimental de lechones prematuros, se demostró que la suplementación de una dieta láctea con sialyllactosa mejoró significativamente la cognición espacial evaluada mediante pruebas de laberinto en T (28).

La salud intestinal es esencial para el crecimiento de los lechones postdestete, debido a que el intestino inmaduro es altamente vulnerable a desafíos ambientales. La inclusión de coproductos lácteos en las dietas de iniciación favorece el desarrollo intestinal mediante el aporte de lactosa, como fuente de energía de alta digestibilidad, y de oligosacáridos, que modulan la inmunidad y el microbiota intestinal (29).

1.2.5. Leche en polvo

La leche en polvo, obtenida mediante la eliminación casi total del agua de la leche líquida, es ampliamente utilizada debido a su alta calidad nutricional y facilidad de almacenamiento. Este proceso, realizado comúnmente por aspersión, permite conservar las propiedades esenciales

de la leche y extender su vida útil. Además, "la leche en polvo constituye una de las principales fuentes de proteínas de alta calidad para la alimentación tanto humana como animal" (30).

En el ámbito de la nutrición animal, se utiliza principalmente en la alimentación de lechones pos destete debido a su alta digestibilidad y contenido de lactosa y proteínas esenciales. Gómez (31) menciona que, "el uso de leche en polvo en dietas para cerdos jóvenes no solo mejora la ganancia de peso, sino que también optimiza la conversión alimenticia en las primeras etapas de desarrollo".

Además, su versatilidad ha permitido la inclusión de derivados lácteos alternativos, como el suero deslactosado y los concentrados de proteínas de suero, para formular dietas más económicas y específicas según las necesidades nutricionales. "La disponibilidad de estos derivados lácteos ha revolucionado la formulación de dietas animales, proporcionando flexibilidad sin comprometer los niveles esenciales de nutrientes" (32).

La leche en polvo como una emulsión (grasas), una solución coloidal (proteínas), una suspensión (restos celulares de los acinos) y una solución verdadera (sales). Posee dos tipos de proteínas: la caseína, que es termoestable (no coagula con el calor) y lactoglobulinas y lactoalbúminas, que son termolábiles, la cual como subproducto de la industria láctea y por tener hasta un 80% de digestibilidad, se puede utilizar en la alimentación de lechones. Un alimento pre iniciador debe contar con ingredientes de alta digestibilidad y control de procesos especiales, así como, normas de formulación con balance adecuado de energía y proteína. Ingredientes altamente digestibles como

subproductos de leche (suero seco de leche, leche en polvo, lactosa) se convierten en una alternativa en la dieta de lechones (33).

1.2.6. Fuentes de energía

Los alimentos que se pueden utilizar como fuente de energía son principalmente los granos de cereales, ya sean de maíz blanco o amarillo, sorgo, arroz, trigo, cebada o quinoa. También se pueden utilizar subproductos como el salvado de trigo, papa cocida, melaza de caña, entre otros (15).

1.2.7. Fuentes de proteína

Se pueden emplear como fuentes de proteínas las harinas de soja y el gluten de maíz. Sin embargo, las mejores fuentes de proteínas son las harinas de pescado, carne, hueso o sangre, aunque la accesibilidad a estos productos es muy limitada. Otras fuentes de proteínas pueden ser las pastas o pellets de oleaginosas como las de soja, algodón, girasol y cártamo. También se pueden utilizar los desechos de cocina como papa, soja y maní (15).

1.2.8. Manejo hídrico en el porcino

El agua es un nutriente esencial para todas las especies animales, representando el 75-80% del peso corporal y desempeñando un papel crucial en todas las funciones metabólicas del cerdo, incluyendo el crecimiento, la reproducción, la lactancia y la respiración. Las deficiencias en la calidad y cantidad de agua afectan significativamente la salud y el rendimiento animal (34). Es fundamental que el agua esté siempre limpia, fresca y disponible, con una presión adecuada para cada etapa, asegurando que el caudal no sea ni deficiente ni excesivo. Los

requerimientos de agua de los animales dependen de varios factores, como la especie, la edad, el peso y la etapa de producción. También influyen la cantidad y tipo de alimentos, así como su composición. El consumo de sal y un exceso de proteína aumentan la necesidad de agua. Además, los animales jóvenes y aquellos expuestos a altas temperaturas ambientales requieren más agua (35).

Categoría	Consumo (/ día)	Flujo (/ min)
Lechones 3 semanas	0.25-0.5	0.3-0.5
Lechones 6 semanas	1.5-3	0.80-1
Cachorros 25-50 kg	5-10	1.2-1.5
Capones 50-100 kg	8-15	1.5-1.8
Cerdas Gestación	10-20	1.8-2
Cerdas Lactantes	20-50	1.8-2

Figura 6.- Consumo de agua por categoría y flujo requerido. (34)

1.3. Definición de términos básicos

- **Peso vivo:** Cantidad de masa corporal que presenta un animal en un momento determinado, medido mediante una balanza. Es un indicador fundamental del estado productivo y de salud del animal.
- **Ganancia de peso:** Incremento en el peso corporal de un animal durante un periodo específico. Se calcula como la diferencia entre el peso final y el peso inicial, y es un parámetro clave para evaluar el desempeño productivo.
- **Consumo de alimento:** Cantidad de alimento ingerido por un animal en un tiempo determinado. Permite estimar la eficiencia de utilización de nutrientes y el potencial de crecimiento.
- **Conversión alimenticia:** Relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso obtenida. Expresa la eficiencia con la que un animal transforma el alimento en masa corporal; una menor conversión alimenticia indica mejor eficiencia productiva.
- **Leche en polvo:** Producto lácteo obtenido mediante la deshidratación de la leche líquida. Contiene altos niveles de proteínas, lactosa, minerales y grasas, y se utiliza en nutrición animal por su alta digestibilidad, palatabilidad y aporte energético.
- **Post-destete:** Etapa posterior al destete, en la que el lechón pasa de la alimentación exclusiva de leche materna a consumir alimentos sólidos. Es una fase crítica debido a los cambios digestivos, inmunológicos y de comportamiento que experimenta el animal.

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación Geográfica

El presente estudio se desarrolló en la granja “San José”, que se ubica en el Caserío Valle Verde perteneciente al distrito de Los Baños del Inca de la provincia de Cajamarca.

2.1.1 Características geográficas y meteorológicas (*)

El distrito de Baños del Inca cuenta con las siguientes características (*):

- Altitud: : 2674 msnm
- Latitud: : 7° 17' S
- Longitud : 78° 45' O
- Temperatura promedio anual : 15,5°C
- Temperatura máxima promedio : 22°C
- Temperatura mínima promedio : 7°C
- Precipitación pluvial anual : 10 mm
- Humedad relativa media anual : 60%

(*) FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ – 2024

2.2. Diseño de la Investigación

El presente estudio fue de tipo experimental con un diseño mixto de medidas repetidas. Se conformaron dos grupos experimentales (grupo experimental y tratamiento) y se realizó un seguimiento durante 49 días, en los que se evaluaron el peso vivo, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia.

El diseño experimental incluyó una variable inter-sujetos (grupo: con o sin suplementación con leche en polvo) y una variable intra-sujeto (tiempo: semanas de evaluación), permitiendo aplicar un modelo de análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA-RM). La elección de este diseño se debió a la necesidad de controlar la variabilidad individual entre los cerdos y de observar los cambios longitudinales dentro de cada grupo a lo largo del tiempo.

2.2.1. Diseño experimental

- **Tipo de diseño:** Experimental
- **Grupos experimentales**
 - **Grupo Experimental:** compuesto por 6 cerdos (3 machos castrados y 3 hembras) que recibieron una dieta suplementada con leche en polvo (30% en la etapa de inicio y 20% en la etapa de crecimiento).
 - **Grupo Tratamiento:** compuesto por 6 cerdos (3 machos castrados y 3 hembras) que recibieron una dieta basal sin suplementación de leche en polvo.

Cada grupo fue ubicado en corrales independientes, bajo las mismas condiciones de manejo, bioseguridad y sanidad.

2.2.2. Material alimenticio

- **Concentrado del grupo Experimental**
 - Contenía suplemento de leche en polvo Delac®, formulado a base de insumos de alta digestibilidad y palatabilidad.
 - Durante la etapa de inicio, el concentrado incluyó un 30% de leche en polvo y durante la etapa de crecimiento un 20%.

Cuadro 1. Composición nutricional de la leche el polvo Delac®

Composición Nutricional		Aminoácidos	Totales (%) Porcentajes Digestibles	
<i>EM cerdos</i>	3,420 kcal/kg	<i>Arginina</i>	2.49	2.77
<i>Proteína</i>	37.80 %	<i>Histidina</i>	0.88	0.97
<i>Grasa</i>	1.00 %	<i>Isoleucina</i>	1.64	1.79
<i>Fibra</i>	1.85 %	<i>Leucina</i>	2.64	2.92
<i>Minerales</i>	7.24 %	<i>Lisina</i>	2.08	2.54
<i>Humedad</i>	6.00 %	<i>Metionina</i>	0.58	0.66
<i>Calcio</i>	0.78 %	<i>Met + Cist</i>	1.02	1.21
<i>Fósforo</i>	0.78 %	<i>Fenilalanina</i>	1.69	1.77
<i>Sodio</i>	0.20 %	<i>Serina</i>	1.75	1.95
<i>Potasio</i>	2.10 %	<i>Treonina</i>	1.33	1.52
		<i>Triptófano</i>	0.47	0.54
		<i>Valina</i>	1.77	1.94
		<i>Lactosa</i>	22.00	

Fuente: (36).

Cuadro 2. Composición porcentual de la ración de concentrado del grupo experimental con leche en polvo

Ingredientes	Tipo de raciones por etapa de desarrollo	
	Inicio	Crecimiento
<i>Maíz molido</i>	33.25	34.25
<i>Torta de soya</i>	20.00	16.00
<i>Aceite acidulado de soya</i>	--	12.00
<i>Arroz partido</i>	15.00	--
<i>Leche en polvo</i>	30.00	20.00
<i>Afrecho de trigo</i>	--	16.00
<i>Secuestrante de micotoxinas</i>	0.25	0.25
<i>Sal común</i>	0.50	0.50
<i>Núcleo vitamínico</i>	1.00	1.00
Total	100.00	100.00

Fuente:(13)

Cuadro 3. Aporte nutricional de la ración experimental (Grupo experimental con leche en polvo)

Nutrientes	Tipo de raciones por etapa de desarrollo	
	Inicio	Crecimiento
<i>Energía Met. (Kcal. /Kg.)</i>	3.300	3,400
<i>Proteína (%)</i>	20	18
<i>Lisina (%)</i>	1.10	1.00
<i>Calcio (%)</i>	0.80	0.75
<i>Fósforo Disp. (%)</i>	0.50	0.48

Fuente: (13)

- **Concentrado del grupo tratamiento**
 - Formulado sin la adición de leche en polvo, asegurando niveles nutricionales adecuados a la exigencia de la etapa fisiológica.

Cuadro 4. Composición porcentual de la ración del grupo tratamiento (sin leche en polvo)

Ingredientes	Tipo de raciones por etapa de desarrollo	
	Inicio	Crecimiento
<i>Maíz molido</i>	48.25	47.25
<i>Torta de soya</i>	27.50	25.00
<i>Aceite acidulado de soya</i>	--	10.00
<i>Leche en polvo</i>	--	--
<i>Afrecho de trigo</i>	--	16.00
<i>Arroz partido</i>	22.50	--
<i>Secuestrante de micotoxinas</i>	0.25	0.25
<i>Sal común</i>	0.50	0.50
<i>Núcleo vitamínico</i>	1.00	1.00
Total	100.00	100.00

Fuente: (13)

Cuadro 5. Aporte nutricional de la ración del grupo tratamiento (sin leche en polvo)

Nutrientes	Tipo de raciones por etapa de desarrollo	
	Inicio	Crecimiento
<i>Energía Met. (Kcal. /Kg.)</i>	3,300	3,400
<i>Proteína (%)</i>	20	18
<i>Lisina (%)</i>	1,10	1,00
<i>Calcio (%)</i>	0,80	0,75
<i>Fósforo Disp. (%)</i>	0,50	0,48

Fuente: (13)

2.2.3. Protocolo de alimentación y monitoreo

- **Frecuencia de alimentación:** Dos veces al día, a las 7:00 am y 4:00 pm.
- **Cantidad de alimento ofrecido**
 - **Etapas de inicio (días 1-21):** 1,047 g/cerdo/día en ambos grupos.
 - **Etapas de crecimiento (días 22-49):** 1,750 g/cerdo/día en ambos grupos.
- **Agua:** Suministrada *ad libitum* mediante bebederos de tipo chupón.

Cuadro 6. Programa de alimentación de los grupos experimental y tratamiento con leche en polvo

Programa de alimentación con concentrado sin leche en polvo		
Etapas	Duración	Días
Etapas 1 Inicio	Desde los 30 días hasta los 51 días de edad	21
Etapas 2 Crecimiento	Desde los 52 hasta los 80 días de edad	28

Fuente: (13)

2.2.4. Manejo sanitario e higiene

Antes del inicio del experimento, se realizó una desinfección completa de las instalaciones utilizando amonio cuaternario (Virkon® 10g/L) en pozas, pasillos, exteriores, comederos y bebederos. Durante el experimento:

- Se mantuvo limpieza periódica y bioseguridad estricta (colocación de pediluvios, uso de cal viva en accesos, restricción de personas ajenas).
- Se controló el ingreso de animales extraños y visitantes.

2.2.5. Análisis bromatológico

Se realizaron análisis bromatológicos de las raciones experimentales en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la

Universidad Nacional de Cajamarca, para validar la composición nutricional (materia seca, proteína, grasa, fibra, etc.) (Anexo 2).

2.2.6. Evaluación de parámetros productivos

Durante todo el ensayo se evaluaron los siguientes parámetros:

- **Peso vivo (g):** Medido semanalmente mediante una balanza electrónica calibrada.
- **Ganancia de peso (g):** Calculada como la diferencia entre el peso final y peso inicial de cada semana. La fórmula fue la siguiente:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

- **Consumo de alimento (g):** Determinado diariamente registrando la cantidad de alimento ofrecido menos el sobrante. La fórmula empleada fue:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento sobrante}$$

- **Conversión alimenticia:** Relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso vivo (g)}}$$

- **Mérito económico:** Será calculado mediante la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{VFA - (VIA + GA)}{(VIA + GA)}$$

Donde:

ME = Mérito económico

VIA = Valor inicial del animal

VFA = Valor final del animal

GA = Gasto de alimentación

2.2.7. Registro de datos

Todos los datos obtenidos durante el experimento, incluyendo pesos iniciales, semanales y finales, consumos de alimento, ganancias de peso y conversiones alimenticias, fueron registrados en una ficha de recolección de datos diseñada para este estudio. Esta ficha permitió organizar, controlar y validar la información obtenida de cada unidad experimental, asegurando la trazabilidad y fiabilidad de los datos durante todo el proceso de análisis.

2.3. Métodos de Investigación

- *Método hipotético – deductivo*: Se planteó una hipótesis sobre el efecto de la suplementación con leche en polvo en cerdos, la cual fue verificada a través de la recolección y análisis de datos experimentales.
- *Analítico – sintético*: Se descompusieron las variables de estudio para su evaluación individual (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia). Luego se integraron los resultados parciales para interpretar el efecto global de la suplementación sobre el desempeño productivo.

2.4. Población, muestra y unidad de análisis

2.4.1. Población

La población del estudio estuvo conformada por cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en etapa post-destete, de aproximadamente 30 días de edad, disponibles en las porquerizas del caserío Valle Verde, distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca.

- *Criterio de inclusión*: fueron incluidos aquellos cerdos destetados con 30 días de edad cumplidos, con un peso similar ($\pm 10\%$ de diferencia) respecto al promedio del grupo, clínicamente sanos, de ambos sexos (machos

castrados y hembras por grupo, provenientes de un mismo manejo sanitario y alimenticio previo.

- *Criterio de exclusión:* fueron excluidos aquellos cerdos con signos de enfermedad digestiva, respiratoria o locomotora, que presentaran diferencias de peso más allá del promedio para cada grupo, o aquellos que no se adaptaron adecuadamente al sistema de alimentación asignado durante la fase previa al experimento.

2.4.2. Muestra

La muestra del estudio fue de tipo no probabilística por conveniencia, y estuvo conformada por 12 cerdos seleccionados según criterios de homogeneidad de peso, edad y estado de salud, distribuidos en dos grupos:

- *Grupo experimental:* 6 cerdos (3 machos castrados y 3 hembras) alimentados con concentrado suplementado con leche en polvo.
- *Grupo tratamiento:* 6 cerdos (3 machos castrados y 3 hembras) alimentados con concentrado sin ninguna suplementación.

2.4.3. Unidad de Análisis

La unidad experimental y de análisis fue cada uno de los cerdos, considerando para cada uno las mediciones de peso vivo inicial, semanal y final; ganancia de peso semanal y total; consumo de alimento diario y semanal; conversión alimenticia semanal y por etapa.

2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Técnicas: Observación directa, medición cuantitativa.
- Instrumento: Registro de datos (Fichas estructuradas para consignar los pesos iniciales, semanales, finales, consumo de alimento, cálculo de

ganancia de peso y conversión alimenticia), balanza electrónica, tablas de procesamiento de datos (Microsoft Excel ®) y software estadístico SPSS ® v.27.

2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Los datos recolectados fueron organizados y procesados mediante el software SPSS v.27. Se realizó un análisis de estadística descriptiva para obtener medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) de las variables evaluadas. Previo a la aplicación de pruebas inferenciales, se evaluaron los supuestos estadísticos de normalidad de los datos, mediante la prueba de Shapiro-Wilk, cuando el tamaño muestral fue menor a 50 y mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov cuando el tamaño fue superior a 50 observaciones. Del mismo modo fue evaluada la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene, antes de aplicar pruebas paramétricas de comparación entre grupos.

Dado que las variables de peso vivo y ganancia de peso fueron evaluadas de forma repetida en los mismos individuos a lo largo del tiempo, se aplicó un análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA-RM) dentro de un diseño mixto, con una variable inter - sujetos (grupo: tratamiento vs. control) y una variable intra - sujeto (tiempo: semanas). Este modelo permitió analizar tanto los efectos principales como la interacción grupo $\times$ tiempo. Para otras comparaciones específicas entre grupos por etapa (inicio y crecimiento) o semanas individuales, se aplicaron pruebas t de Student para muestras independientes o, en caso de no cumplir con el supuesto de normalidad, la prueba de U de Mann-Whitney. El nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0,05$.

Finalmente, los resultados fueron organizados en tablas y gráficos elaborados en Microsoft Excel, con la finalidad de facilitar su presentación, análisis y comparación visual entre tratamientos.

2.7. Equipos y materiales

2.7.1. Equipos

- Balanza electrónica
- Computadora

2.7.2. Materiales de campo

- Concentrado balanceado, leche en polvo, insumos para limpieza, comederos, bebederos, pediluvios de desinfección, fichas de registro de datos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Presentación de Resultados

3.1.1. Peso vivo

Tabla 1. Peso promedio semanal (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento durante las 7 semanas de estudio (n=12).

Semana	Grupo experimental (Promedio $\pm$ DE) (n=6)	Grupo tratamiento (Promedio $\pm$ DE) (n=6)
0 (peso inicial)	10,38 $\pm$ 1,45 ^a	9,25 $\pm$ 1,06 ^a
1	12,05 $\pm$ 1,24 ^a	10,65 $\pm$ 0,97 ^a
2	16,57 $\pm$ 1,56 ^a	14,22 $\pm$ 0,98 ^b
3	20,88 $\pm$ 1,48 ^a	18,57 $\pm$ 1,50 ^b
4	25,45 $\pm$ 1,22 ^a	22,22 $\pm$ 1,43 ^b
5	30,35 $\pm$ 1,52 ^a	26,85 $\pm$ 1,47 ^b
6	35,08 $\pm$ 1,25 ^a	30,57 $\pm$ 1,83 ^b
7	40,73 $\pm$ 2,22 ^a	34,52 $\pm$ 1,29 ^b

Nota: DE: desviación estándar. Los valores están expresados como media $\pm$ desviación estándar. Los superíndices diferentes (a, b) en las filas de una misma semana indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de t de Student para muestras independientes.

El análisis estadístico global se realizó mediante la prueba de ANOVA de medidas repetidas donde: el efecto principal del tiempo (semana) fue significativo ($p < 0,001$), indicando un aumento progresivo del peso vivo a lo largo del estudio. El efecto principal del grupo (experimental y tratamiento) fue significativo ($p < 0,05$), indicando que, el grupo que recibió leche en polvo presentó mayores pesos promedio. Asimismo, se encontró una interacción significativa entre el tiempo y el grupo ($p < 0,001$), lo que sugiere que la evolución del peso en el tiempo fue diferente en ambos grupos. Debido a esta interacción se realizaron comparaciones semanales entre grupos mediante la prueba t de Student, lo que mostró que no

existieron diferencias significativas entre ambos grupos al inicio del experimento y la primera semana post tratamiento, pero sí durante las siguientes semanas.

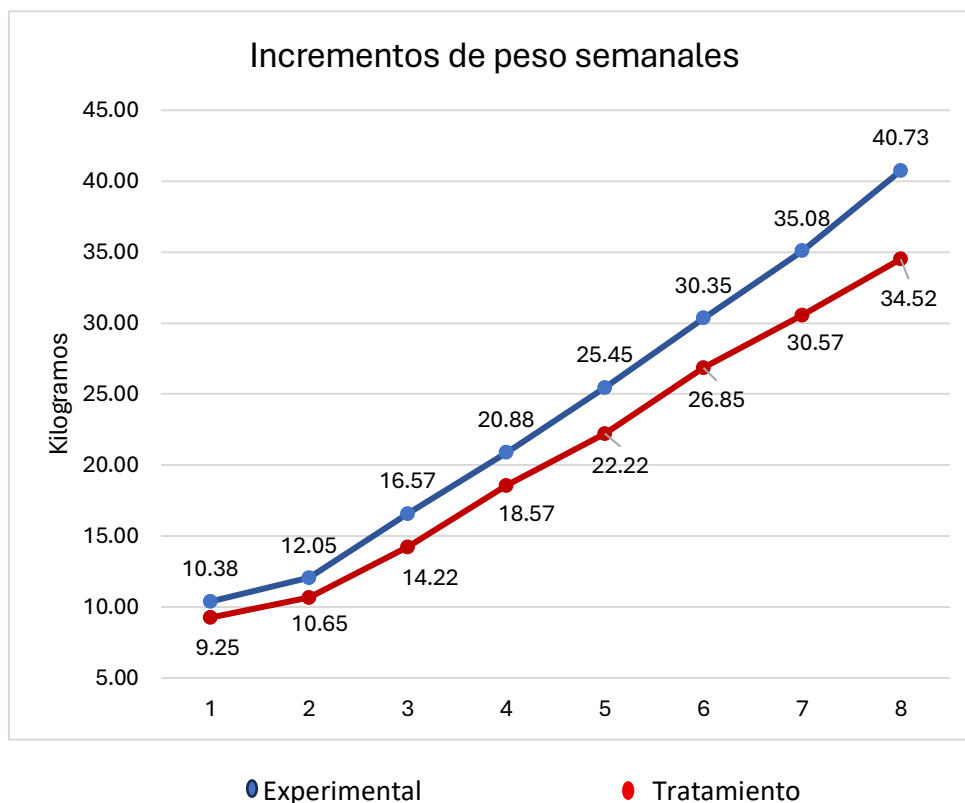


Gráfico 1. Incremento de pesos semanales del grupo experimental y tratamiento

durante 7 semanas.

Tabla 2. Peso promedio de los cerdos del grupo experimental y tratamiento durante las etapas de inicio y crecimiento (n=12).

Etapa	Grupo experimental (n=6)	Grupo tratamiento (n=6)	p-valor
<i>Inicio (Sem 1-3)</i>	14,97 ± 1,24	13,17 ± 1,12	0,025*
<i>Crecimiento (Sem 4-7)</i>	32,90 ± 1,18	28,54 ± 1,41	<0,001*

Nota: Los valores están expresados como media ± desviación estándar. * El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de t de Student para muestras independientes comparando los grupos dentro de cada etapa. Se consideraron diferencias significativas cuando $p < 0,05$.

Se detectaron diferencias estadísticamente significativas tanto en la etapa de inicio ($p < 0,05$) como en la etapa de crecimiento ($p < 0,001$), siendo mayores los pesos en el grupo que recibió concentrado suplementado con leche en polvo.

3.1.2. Ganancia de peso

Tabla 3. Ganancia de peso semanal y total (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento (n = 12).

Semana	Grupo experimental (Promedio $\pm$ DE) (n=6)	Grupo tratamiento (Promedio $\pm$ DE) (n=6)
1	1,67 $\pm$ 0,55	1,40 $\pm$ 0,19
2	4,52 $\pm$ 1,29	3,57 $\pm$ 0,34
3	4,32 $\pm$ 0,50	4,35 $\pm$ 0,56
4	4,57 $\pm$ 1,06	3,65 $\pm$ 0,43
5	4,90 $\pm$ 0,83	4,63 $\pm$ 1,01
6	4,73 $\pm$ 1,41	3,72 $\pm$ 0,51
7	5,65 $\pm$ 1,33	3,95 $\pm$ 0,72
Promedio total	30,35 $\pm$ 1,32 ^a	25,27 $\pm$ 1,16 ^b

Nota: DE: desviación estándar. Los valores están expresados como media $\pm$ desviación estándar. El análisis global de la ganancia de peso a lo largo del tiempo se realizó mediante ANOVA de medidas repetidas, detectándose un efecto significativo del tiempo ($p < 0,001$) y del grupo ($p < 0,001$), pero no se encontró una interacción significativa entre ambos factores ($p > 0,05$). Los superíndices diferentes (a, b) en la fila del promedio total indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos según la prueba t de Student para muestras independientes.

El análisis estadístico global de la ganancia de peso se realizó mediante ANOVA de medidas repetidas. El efecto principal del tiempo (semana) fue significativo ($p < 0,001$), indicando que la ganancia de peso varió progresivamente a lo largo del estudio. También se encontró un efecto principal del grupo ($p < 0,001$), lo que sugiere que el grupo tratado con leche en polvo presentó una mayor ganancia de peso promedio acumulada. Sin embargo, no se detectó una interacción significativa entre tiempo y grupo ($p > 0,05$), lo que indica que ambos grupos siguieron un patrón de ganancia de peso similar a lo largo del tiempo, aunque con diferencias en la magnitud

total. Debido a esta ausencia de interacción, no se realizaron comparaciones múltiples por semana.

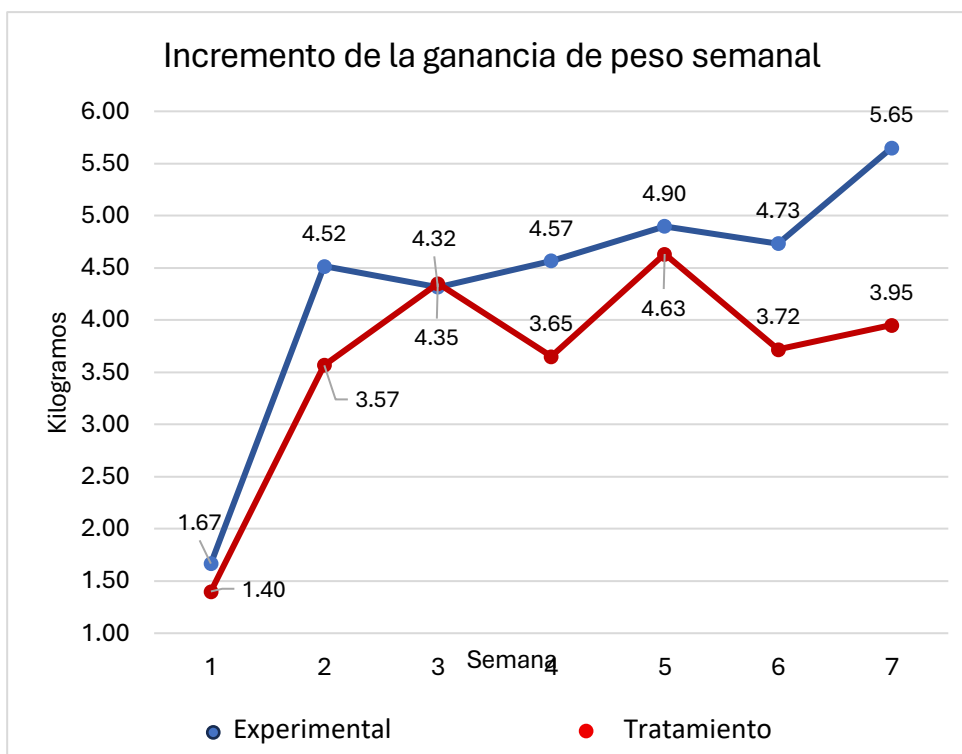


Gráfico 1. Evolución de la ganancia de peso semanal en cerdos de los grupos experimental y tratamiento.

Tabla 4. Ganancia de peso (kg) de los cerdos del grupo tratamiento y control por etapa (n=12).

Etapas	Grupo experimental (n=6)	Grupo tratamiento (n=6)	p-valor
Inicio (Sem 1-3)	10,50 ± 1,53	9,32 ± 0,46	0,10*
Crecimiento (Sem 4-7)	32,90 ± 1,18	28,54 ± 1,41	0,003*

Nota: Los valores están expresados como media ± desviación estándar. * El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de t de Student para muestras independientes comparando ambos grupos dentro de cada etapa. Se consideraron diferencias significativas cuando $p < 0,05$.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la etapa de inicio ($p > 0,05$), lo que indica que ambos grupos tuvieron un desempeño similar en términos de ganancia de peso entre las semanas 0 y 3. Sin

embargo sí se encontraron diferencias estadísticas en la etapa de crecimiento ($p < 0,05$), lo que indica que el grupo suplementado con leche en polvo ganó más peso que el grupo tratamiento durante las semanas 4 a 7.

Tabla 5. Consumo de alimento (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por semana (n=12).

Semana	Grupo experimental (Promedio $\pm$ DE) (n=6)	Grupo tratamiento (Promedio $\pm$ DE) (n=6)
1	2,37 $\pm$ 0,84 ^a	2,10 $\pm$ 0,60 ^a
2	4,68 $\pm$ 0,73 ^a	4,08 $\pm$ 0,55 ^a
3	5,52 $\pm$ 0,49 ^a	3,97 $\pm$ 0,55 ^b
4	6,35 $\pm$ 0,44 ^a	4,78 $\pm$ 0,43 ^b
5	7,08 $\pm$ 0,38 ^a	5,46 $\pm$ 0,53 ^b
6	7,80 $\pm$ 0,40 ^a	5,84 $\pm$ 0,44 ^b
7	8,66 $\pm$ 0,32 ^a	6,38 $\pm$ 0,63 ^b
<i>Promedio diario (49 días)</i>	6,06 $\pm$ 2,04 ^a	4,66 $\pm$ 1,43 ^b
<i>Total consumido (kg)</i>	297,16	228,16

Nota: DE: desviación estándar. Los valores están expresados como media $\pm$ desviación estándar. Los superíndices diferentes (a, b) en la fila de cada semana indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de t de Student en las semanas 1 a 6, y en la semana 7 según la prueba de U de Mann-Whitney debido a la falta de normalidad en los datos del grupo experimental. La fila “Promedio diario” corresponde a la comparación estadística realizada mediante la prueba t de Student para muestras independientes ($p < 0,05$). La fila “Total consumido” representa la suma del consumo diario registrado durante los 49 días.

El análisis del consumo de alimento semanal mostró diferencias entre los grupos a lo largo del experimento. En las semanas 1 y 2, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el consumo promedio diario

entre el grupo suplementado con leche en polvo y el grupo tratamiento ($p > 0,05$). A partir de la semana 3, las diferencias entre grupos fueron estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en cada semana, con mayores consumos registrados en el grupo que recibió leche en polvo.

Tabla 6. Consumo de alimento (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por etapa (n=12).

Etapas	Grupo experimental (n=6)	Grupo tratamiento (n=6)	p-valor
<i>Inicio (Sem 1-3)</i>	4,19 ± 1,52	3,38 ± 1,07	0,054*
<i>Crecimiento (Sem 4-7)</i>	7,47 ± 0,94	5,61 ± 0,77	<0,001*

Nota: Los valores están expresados como media ± desviación estándar. * El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de t de Student para muestras independientes comparando los grupos dentro de cada etapa. Se consideraron diferencias significativas cuando $p < 0,05$.

El análisis del consumo de alimento por etapa mostró que durante la etapa de inicio (semana 1 a 3), el grupo suplementado con leche en polvo presentó un consumo promedio diario ligeramente mayor en comparación con el grupo tratamiento; sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$). Por otro lado, durante la etapa de crecimiento (semana 4 a 7), se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el consumo promedio diario entre los grupos, siendo mayor en el grupo experimental ($p < 0,001$), lo que indica que el efecto de la suplementación con leche en polvo sobre el consumo fue más evidente durante la etapa de crecimiento.

Tabla 7. Conversión alimenticia (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por semana (n=12).

Semana	Grupo experimental (Promedio $\pm$ DE) (n=6)	Grupo tratamiento (Promedio $\pm$ DE) (n=6)
1	1,58 $\pm$ 0,61 ^a	1,52 $\pm$ 0,20 ^a
2	1,13 $\pm$ 0,39 ^a	1,15 $\pm$ 0,11 ^a
3	1,29 $\pm$ 0,13 ^a	0,92 $\pm$ 0,12 ^b
4	1,48 $\pm$ 0,45 ^a	1,32 $\pm$ 0,16 ^a
5	1,48 $\pm$ 0,23 ^a	1,22 $\pm$ 0,26 ^a
6	1,75 $\pm$ 0,40 ^a	1,61 $\pm$ 0,24 ^a
7	1,60 $\pm$ 0,33 ^a	1,60 $\pm$ 0,31 ^a

Nota: DE: desviación estándar. Los valores están expresados como media $\pm$ desviación estándar. Los superíndices diferentes (a, b) en la fila de cada semana indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) según la prueba de t de Student, a excepción de las semanas 4 y 6 en donde se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney debido a la falta de normalidad en la distribución de los datos.

Se observó que, en general, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la mayoría de las semanas evaluadas ($p > 0,05$). No obstante, en la semana 3 se detectó una diferencia altamente significativa en la conversión alimenticia entre el grupo experimental y grupo tratamiento ($p < 0,001$), siendo más eficiente el grupo que recibió leche en polvo.

Tabla 8. Conversión alimenticia (kg) de los cerdos del grupo experimental y tratamiento por etapa (n=12).

Etapas	Grupo experimental (n=6)	Grupo tratamiento (n=6)	p-valor
<i>Inicio (Sem 1-3)</i>	1,33 ± 0,45	1,20 ± 0,29	0,48*
<i>Crecimiento (Sem 4-7)</i>	1,57 ± 0,36	1,45 ± 0,30	0,21*

Nota: Los valores están expresados como media ± desviación estándar. * El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de U de Mann-Whitney para la etapa de inicio y la prueba de t de Student para muestras independientes para la etapa de crecimiento. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguna etapa ($p > 0,05$).

Durante la etapa de inicio, se utilizó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, debido a que los datos no presentaron una distribución normal. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p > 0,05$). Durante la etapa de crecimiento, donde sí se cumplió el supuesto de normalidad, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$).

Tabla 9. Mérito económico de cerdos alimentados con concentrado suplementado con leche en polvo (grupo experimental) y sin suplementación (grupo tratamiento) (n=12)

Indicador	Grupo experimental (n=6)	Grupo tratamiento (n=6)
N° de cerdos	6	6
Peso inicial (kg)	62,3	55,5
Valor inicial (VIA)* (S/.)	747,6	666,0
Peso final total (kg)	244,4	207,1
Valor Final (VFA)* (S/.)	2932,8	2485,2
Alimento consumido (kg)	297,2	228,3
Costo alimento base (S/. 2,20/kg) (S/.)	653,84	502,26
Costo de leche en polvo (S/.)	400,0	-
Gasto de alimentación (GA) (S/.)	1053,84	502,26
Utilidad bruta (VFA – (VIA + GA)) (S/.)	1131,36	1316,94
Mérito económico (ME)**	(62,8 %)	(112,7 %)

Nota: * VIA y VFA calculados a un precio de S/. 12,00/kg de peso vivo. ** $ME = VFA - (VIA + GA) / VIA + GA$; el valor entre paréntesis indica el porcentaje de beneficio sobre el capital invertido.

La tabla 9 muestra el mérito económico obtenido en los dos grupos. Se observa que, aunque en ambos casos se generó una utilidad bruta positiva, el grupo tratamiento mostró un mérito económico superior (ME = **112,7 %**) debido al menor gasto en la alimentación. En cambio, en el grupo experimental el costo extra asociado a la inclusión de la leche en polvo redujo la rentabilidad (ME = **62,8 %**). Esto indica que, bajo los precios y costos considerados, la suplementación con leche en polvo no tiene económicamente más ventaja que la dieta sin suplementación.

3.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

3.2.1. Peso vivo

En el presente estudio, la inclusión de leche en polvo en la dieta produjo un incremento sostenido del peso de los cerdos a partir de la segunda semana, dicha diferencia se mantuvo y amplió hasta la séptima semana (Tabla 1). El efecto principal de grupo y la interacción semana $\times$ grupo encontrados mediante la prueba de ANOVA confirman que la trayectoria de crecimiento fue distinta entre los dos grupos (experimental y tratamiento), con una pendiente más pronunciada en los animales suplementados, como se puede apreciar en el gráfico 1.

Estos hallazgos concuerdan con la literatura que atribuye a los lácteos varias ventajas fisiológicas como una elevada digestibilidad de las proteínas del suero y de la caseína, el aporte de lactosa como fuente de energía rápida y una mayor palatabilidad que incrementa la ingestión voluntaria (37,38). De manera similar, Barbosa (9) observó que la inclusión de leche bovina fermentada al 10% y 20% en dietas de lechones destetados resultó en un aumento significativo del peso corporal, destacando el rol positivo de los productos lácteos en la mejora del crecimiento en etapas tempranas. Otro estudio que añadió leche descremada o productos lácteos pulverizados en dietas post-destete reportó incrementos en la ganancia diaria y del peso a las cuatro semanas (39), similar a lo observado en el presente estudio.

Un aspecto importante es que, partiendo de pesos iniciales similares ($p>0,05$), las diferencias se volvieron significativas recién a partir de la semana 2, lo que sugiere además un periodo de adaptación digestiva a la nueva fuente proteica. La significancia en ambas etapas (inicio y crecimiento) (Tabla 2) refuerza la idea de que la leche en polvo aporta

beneficios más allá de la fase de post-destete inmediata, lo que se debe probablemente a el mantenimiento de un perfil aminoacídico de alta disponibilidad y a la mejora de la absorción intestinal a lo largo de la etapa de crecimiento (40). Cabe destacar que los cerdos en el presente estudio iniciaron el experimento a los 30 días de edad, en plena fase de adaptación postdestete, lo que podría explicar la ausencia de diferencias significativas en peso y consumo durante las primeras semanas.

Desde un punto de vista productivo, un mayor peso vivo temprano reduce el tiempo hasta el peso de venta y mejora la uniformidad de los lotes. Sin embargo, el costo del suplemento debe ponderarse frente a la ganancia de peso adicional. Estudios que analizaron el coste de reemplazantes lácteos indican que dosis de 5 a 10% de leche en polvo suelen ser efectivas económicamente (41).

3.2.2. Ganancia de peso

La ganancia de peso acumulada confirma la tendencia observada en el peso vivo de que los cerdos que recibieron leche en polvo mostraron en promedio un crecimiento superior al de los animales tratamiento (Tabla 3). La prueba de ANOVA de medidas repetidas mostró un efecto principal significativo en el tiempo ($p < 0,001$), reflejando el aumento progresivo del peso esperado conforme avanzó el experimento. Asimismo detectó un efecto principal significativo del grupo ($p < 0,001$), lo que demuestra que la inclusión de leche en polvo en la dieta favoreció la ganancia de peso a lo largo del estudio. Sin embargo, no se encontró una interacción significativa entre el tiempo y el grupo ($p > 0,05$), lo que indica que ambos grupos siguieron trayectorias similares en la evolución de la ganancia de peso, es decir que el suplemento no modificó la forma de la curva de crecimiento sino su

magnitud, dado que los cerdos suplementados ganaron más peso, pero con una dinámica temporal paralela a la del grupo control, como se aprecia en el gráfico 2.

Cuando la variable se agrupó por etapas (Tabla 4), la fase de inicio (semana 0 a 3) no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) lo que indica que durante esta fase ambos grupos tuvieron un desempeño productivo similar. Este resultado coincide con estudios que indican la existencia de un periodo de ajuste digestivo y de maduración enzimática antes de que los beneficios del suplemento lácteo se hagan evidentes (42). En ese sentido, Pérez Sánchez (10) demostró en su estudio que la suplementación con suero de leche incrementó no solo el peso vivo, sino también la ganancia diaria de peso y el desarrollo intestinal, lo cual respalda que la mejora del crecimiento se asocia no solo al aporte de nutrientes sino también a la optimización de la absorción digestiva. Este fenómeno podría explicarse también por la maduración progresiva del aparato digestivo, tal como lo evidenciaron Lin et al. (11), quienes reportaron que la suplementación con leche de fórmula fermentada favorece la maduración de la mucosa intestinal y mejora la absorción de nutrientes en lechones destetados. Asimismo, se ha demostrado que la inclusión de sustitutos lácteos en dietas post-destete puede incrementar significativamente la ganancia diaria de peso y favorecer el desarrollo intestinal en lechones, en comparación con dietas basadas exclusivamente en alimento de inicio o en lactancia prolongada (43). Estos efectos positivos se pueden atribuir al mayor aporte energético y proteico, así como a una mejor maduración de la mucosa intestinal.

La diferencia entre grupos se volvió significativa en la etapa de crecimiento (semana 4 a 7) ($p < 0,05$), alcanzando una ventaja de 4,4 kg de ganancia de peso acumulada a favor del grupo experimental. Este hallazgo coincide con algunos reportes, en los que la adición de leche descremada o leche en polvo elevó la ganancia diaria y el peso a las 6 – 8 semanas post-destete (39,41). Esto se debería a que, una vez que el aparato digestivo completa su adaptación, la proteína láctea y la lactosa (ambas de alta digestibilidad) incrementan la eficiencia de utilización energética y el perfil aminoacídico, lo que se traduce en un crecimiento muscular más rápido (44,45).

Desde el punto de vista productivo, la mejora del 20% en la ganancia total (30,35 kg vs 25,27 kg) representa una reducción potencial del tiempo hasta el peso de venta. Al respecto se ha mencionado que un aumento de 50-60 g/día en la ganancia de peso durante el periodo de crecimiento puede recortar hasta una semana del ciclo de ceba (46).

En conjunto, los resultados confirman que la suplementación con leche en polvo mejora el crecimiento de los cerdos. Este efecto, sumado al aumento de peso vivo observado, respalda el uso de leche en polvo como estrategia nutricional viable, siempre que el costo del ingrediente no supere la ventaja económica derivada del menor ciclo productivo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existen algunos estudios que no han encontrado ventajas claras en el desempeño productivo de lechones alimentados con leche en polvo respecto a otras fuentes proteicas alternativas, como la proteína de papa o la suplementación de aminoácidos (47). Estas diferencias pueden deberse a factores como el manejo o la formulación nutricional.

3.2.3. Consumo de alimento

Durante las semanas 1 y 2 no se detectaron diferencias significativas en el consumo de alimento entre los grupos de cerdos (Tabla 5), lo que sugiere un periodo de ajuste de la microbiota y de la actividad enzimática digestiva inmediatamente después del destete, coherente con lo descrito por Zhao et al. (7) y complementado por Lin et al. (11), quienes demostraron que la mejora de la microbiota intestinal tras la administración de productos lácteos fermentados contribuye al aumento progresivo del consumo de alimento. A partir de la semana 3 el consumo del grupo suplementado con leche en polvo superó al del grupo tratamiento ($p < 0,05$) y la diferencia se mantuvo hasta la semana 7. Este patrón observado coincide con estudios en donde la inclusión de subproductos lácteos aumentó la ingesta media diaria tras la fase de adaptación inicial (38). Dentro de las causas que conllevan a un mayor consumo de las dietas suplementadas con leche en polvo pueden mencionarse la mayor palatabilidad, debido a que la lactosa y las proteínas de suero incrementan la aceptación del pienso (7). Además, la proteína láctea y las grasas microemulsionadas tras el proceso de pulverización, presentan una digestibilidad elevada, lo que reduce el tiempo de vaciado gástrico y favorece un mayor consumo neto (48). Asimismo, debido al efecto prebiótico de la lactosa y la producción de ácido láctico, que acidifican el estómago y mejoran la salud intestinal, reduciendo los posibles rechazos a este tipo de alimento (7). Se ha demostrado que los lechones post-destete presentan una mayor preferencia y consumo de dietas que incluyen proteínas altamente digestibles y palatables como las de los derivados lácteos (22). Este efecto puede estar relacionado con la mejora en la aceptación del alimento observada en el grupo suplementado.

Respecto al consumo por etapa (Tabla 6), en la etapa de inicio (semana 0 a 3) la diferencia numérica (+0,81 kg/cerdo/semana) no alcanzó significancia estadística ($p = 0,054$), resultado que es comparable al de Zhao et al. (7), quienes observaron que el efecto estimulante de la lactosa sobre la ingestión se consolida tras la primera quincena post-destete. En la etapa de crecimiento (semana 4 a 7) el grupo experimental consumió +1,86 kg/cerdo/semana respecto al control ($p < 0,001$). Dicho aumento explica en parte la mayor ganancia de peso observada en la misma fase (apartado 3.2.2) y coincide con estudios donde la suplementación láctea mantuvo altas ingestas hasta 6-8 semanas después del destete (49).

El promedio diario de consumo (49 días) se incrementó en un 30% (6,06 vs 4,66 kg/cerdo), mientras que el total consumido fue 69 kg superior en el grupo con leche en polvo. Aún cuando un mayor consumo implica un mayor costo de alimento, se debe tener en cuenta la reducción del tiempo al peso de venta asociada a una mayor ganancia. Sin embargo se debe tener en cuenta que el consumo individual se estimó a partir del residuo de alimento grupal, lo que podría infra o sobre estimar la variabilidad real entre cerdos.

3.2.4. Conversión alimenticia

A lo largo de las siete semanas de evaluación, el patrón de conversión alimenticia (CA) fue semejante en ambos grupos (Tabla 7). En seis de las siete semanas no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$). La semana 3 fue la única excepción, con una ventaja clara para el grupo suplementado ($p < 0,001$). Esta mejora coincidió con: el momento en el que el consumo comenzó a superar significativamente al grupo tratamiento y la primera semana en que el peso vivo también fue superior. Estudios con leche descremada o suero pulverizado muestran picos transitorios de baja CA

entre la tercera y quinta semana post-destete, atribuidos a la plena adaptación de la enzima lactasa y a la rápida utilización de la lactosa como fuente energética (50,51). Sin embargo, la eficiencia no se sostuvo durante las siguientes semanas, ya que, a partir de la cuarta semana, la CA del grupo experimental volvió a niveles similares al tratamiento.

En la etapa de inicio (semana 0 a 3) los valores de CA fueron menores en el grupo tratamiento ($1,20 \pm 0,29$ vs $1,33 \pm 0,45$), pero la diferencia no fue significativa ($p = 0,48$). Este resultado concuerda con estudios en los que no se encontraron mejoras de eficiencia cuando la inclusión láctea es menor o igual a 10% y el nivel proteico de la dieta basal ya cubre los requerimientos del lechón (52).

En la etapa de crecimiento (semana 4 a 7) la CA también fue similar entre tratamientos ($1,57 \pm 0,36$ vs $1,45 \pm 0,30$), sin diferencias estadísticas significativas ($p = 0,21$). Algunos autores mencionan la existencia de mejoras entre el 5 – 8% en la CA con niveles crecientes de subproductos lácteos (20 – 30% en la fase 1 y 10 – 15% en la fase 2) en dietas para cerdos en crecimiento (53). En el presente estudio, aunque se utilizaron niveles de inclusión de leche en polvo del 30% en la etapa de inicio y del 20% en la etapa de crecimiento, no se observó una mejora sostenida de la eficiencia alimenticia, lo que sugiere que otros factores como la formulación de las dietas o el tipo de leche en polvo utilizada pudieron haber influido en la respuesta productiva. También se debe tener en cuenta que una de las limitaciones consistió en que la CA se calculó a partir de consumos estimados por cerdo (división de consumo grupal diario), práctica común en estudios realizados en corrales, pero que puede llegar a subestimar la variabilidad individual.

En resumen, la inclusión de leche en polvo incrementó el consumo y mejoró la ganancia de peso a partir de la tercera semana, lo que se tradujo en un mayor peso vivo final. Sin embargo pese al mayor consumo, la conversión alimenticia no mejoró, excepto en la tercera semana.

3.2.5. Mérito económico

Los resultados del cálculo del mérito económico para ambos grupos indicaron que, aunque el grupo experimental obtuvo una mayor ganancia de peso y valor de venta, el retorno sobre la inversión fue más favorable en el grupo tratamiento debido al menor costo de su alimentación. Estos resultados contrastan con algunos estudios que indicaron que el coste de reemplazantes lácteos en proporciones de 5 a 10% de leche en polvo fueron efectivas económicamente (41); sin embargo, se debe tener en cuenta que el nivel de inclusión en el presente estudio fue de 20 y 30% dependiendo de la etapa de producción, lo que explicaría las diferencias entre estudios. Los resultados observados en esta investigación reflejan un aspecto importante en la aplicación de suplementos en la dieta de animales de producción, y es que el beneficio productivo se debe evaluar siempre en función del costo de la implementación. Es posible que la inclusión de la leche en polvo al 30% en la etapa de inicio y al 20% en la de crecimiento, aunque es efectiva en mejorar los indicadores productivos, no resulte económicamente rentable si es que el costo del suplemento es elevado o si el precio del cerdo en el mercado local es bajo. Sin embargo, esto podría cambiar a favor si es que se logra reducir el precio de la leche en polvo, se optimiza el nivel de inclusión sin afectar la productividad o si el precio de cerdo en el mercado aumenta.

3.3. Contrastación de hipótesis

3.3.1. Hipótesis

- Hipótesis de investigación (Hi): El efecto de la leche en polvo en la dieta de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en la etapa de inicio y crecimiento tiene impacto significativo en los parámetros productivos en comparación con una dieta sin leche en polvo.
- Hipótesis nula (Ho): El efecto de la leche en polvo en la dieta de cerdos (*Sus scrofa domesticus*) en la etapa de inicio y crecimiento no tiene impacto significativo en los parámetros productivos en comparación con una dieta sin leche en polvo.

3.3.2. Contraste estadístico

El contraste de hipótesis se realizó mediante el análisis de los parámetros productivos (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia), aplicando pruebas de normalidad, ANOVA de medidas repetidas, t de Student y U de Mann-Whitney según correspondió. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el peso vivo, la ganancia de peso y consumo de alimento a favor del grupo suplementado con leche en polvo. La conversión alimenticia solo presentó diferencia significativa en la tercera semana.

3.3.3. Decisión

De acuerdo con los resultados, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis de investigación (Hi), que afirma que la inclusión de leche en polvo en la dieta de cerdos impacta significativamente de manera positiva en los parámetros productivos evaluados.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

La inclusión de leche en polvo en las dietas de cerdos en las etapas de inicio y crecimiento produjo un incremento significativo en el peso vivo a partir de la segunda semana de evaluación, lo que demuestra un efecto positivo de la suplementación sobre el peso de los lechones.

El análisis de la ganancia de peso semanal y acumulada indicó que los cerdos suplementados con leche en polvo presentaron un crecimiento superior respecto al grupo tratamiento. Este incremento fue especialmente evidente en la etapa de crecimiento, lo que confirma la eficacia de la suplementación para mejorar los indicadores productivos.

En cuanto al consumo de alimento, la suplementación con leche en polvo favoreció un aumento progresivo a partir de la tercera semana, tendencia que se mantuvo hasta el final del experimento. Esta mayor ingestión podría estar relacionada con la alta palatabilidad y digestibilidad de la leche en polvo utilizada.

Respecto a la conversión alimenticia, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en la mayoría de las semanas evaluadas, lo que sugiere que su impacto en la eficiencia alimenticia podría depender de factores adicionales como el tipo de formulación de la dieta o la duración de la suplementación.

La suplementación con leche en polvo, si bien mejora los parámetros productivos, no garantiza una mayor rentabilidad económica, por lo que se deben considerar ajustes en el nivel de inclusión o buscar fuentes más accesibles del insumo para optimizar la relación costo-beneficio.

CAPÍTULO V

SUGERENCIAS

Se sugiere la inclusión de leche en polvo y otros derivados lácteos en dietas post-destete de cerdos, debido al efecto positivo observado sobre el peso vivo y la ganancia de peso a partir de la segunda semana.

Además, realizar estudios a mayor escala, con un mayor número de animales para validar los efectos observados y aumentar la robustez de los resultados observados.

Asimismo, evaluar el nivel óptimo de inclusión de leche en polvo, considerando tanto su efecto sobre los parámetros productivos como su impacto en la rentabilidad. Dado que el presente estudio evidenció una ganancia de peso superior en el grupo suplementado, pero sin un mérito económico desfavorable debido al costo del suplemento, sería aconsejable reducir el porcentaje de inclusión o utilizar sustitutos lácteos más accesibles que ofrezcan beneficios similares a menor costo.

REFERENCIAS

1. Beily ME, Brunori J, Campagna DA, Cottura G, Crespo D, Denegri GD, Ducommun M de la L, Faner C, Figueroa ME, Franco R. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar 2011.
2. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division. Pigs for prosperity. Roma: 2011. 1-67 p.
3. FAO. Environmental Performance of Pig Supply Chains: Guidelines for Assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership 2018.
4. Ministerio de Agricultura y Riego. Panorama y Perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú. Lima: 2020. 1-24 p.
5. Alexander P, Brown C, Arneth A, Finnigan J, Rounsevell MDA. Human appropriation of land for food: The role of diet. *Global Environmental Change*. 2016. 41:88-98. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2016.09.005>.
6. O'Doherty J, Dowley A, Conway E, Sweeney T. Nutritional Strategies to Mitigate Post-Weaning Challenges in Pigs: A Focus on Glucans, Vitamin D, and Selenium. *Animals* 2024, Vol. 14, Page 13. 2023. 14:13. <https://doi.org/10.3390/ANI14010013>.
7. Zhao J, Zhang Z, Zhang S, Page G, Jaworski NW. The role of lactose in weanling pig nutrition: a literature and meta-analysis review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2021. 12:1-17. <https://doi.org/10.1186/S40104-020-00522-6/FIGURES/4>.
8. Vilela HLO, Martinelli GL, Silva BVG da, Trenkel ALG, Toledo D de CF, Careli PS, Carvalho ST, Carvalho PL de O, Santos LS dos, Costa LS, Rocha GC, Genova JL. Effects of liquid delactosed permeate in nursery piglet diets: Improvements in feed conversion with increased post-weaning diarrhea occurrence. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2024. 53:e20240089. <https://doi.org/10.37496/RBZ5320240089>.

9. Barbosa Triana LF. Utilización de leche bovina fermentada en la alimentación de lechones destetos durante la cuarta y quinta semana de edad. [Tesis de Grado]. Bogotá: Universidad de La Salle. 2007. 100 p.
10. Pérez Sánchez RE, López Rodríguez M, Bautista Guzmán EC, García Valladares A, Román Bravo RM, Ortiz Rodríguez R. 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*. 2014. 24:319-24.
11. Lin A, Yan X, Wang H, Su Y, Zhu W. Effects of lactic acid bacteria-fermented formula milk supplementation on ileal microbiota, transcriptomic profile, and mucosal immunity in weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2022. 13:1-14. <https://doi.org/10.1186/S40104-022-00762-8/TABLES/4>.
12. Rautenberg H. 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. [Tesis de Grado]. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín. 2016. 138 p.
13. Cieza Irigoín JM. Evaluación de una dieta de preinicio en lechones durante la lactancia y su efecto en el post destete. [Tesis de Grado]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca . 2017. 51 p.
14. Peña García P, Querevalú Ortiz J, Ochoa Mogollón G, Sánchez Suárez H. Ensilado biológico de residuos de langostino fermentado con bacterias ácido-lácticas: Uso como biofertilizante en cultivo de pasto y como alimento para cerdos de traspatio. *Scientia Agropecuaria*. 2020. 11:459-71. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2020.04.01>.
15. INTA. Manual de Producción Porcina 3er año. vol. 01. 2016. 1-23 p.
16. FAO. Sistemas pecuarios. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. 2024. <https://www.fao.org/livestock-systems/global-distributions/cerdos/es/>.
17. INTA. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. 2012. 277 p.

18. MIDAGRI. El Agro en cifras enero 2024. Lima - Perú: 2024. 1-181 p.
19. MIDAGRI. Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú. vol. 1. 2020. 24 p.
20. Bailly Bailliere. El cerdo, su estructura y sus órganos. 10.^a ed. Nuñez de Balboa, Madrid: 2016. 59 p.
21. Hernández M. Evaluación de dos programas de alimentación en periodo pre y pos destete en lechones de Escuela Nacional Central de Agricultura. 2019. 1-23 p.
22. DeRouchey J. Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones. *El Sitio Porcino*. 2014. <https://www.elsitioporcino.com/articles/2513/sistema-digestivo-del-cerdo-anatoma-y-funciones/>.
23. AMVEC. Aparato digestivo. *FMC Formación Médica Continuada en Atención Primaria*. 2007. 14:11-3. <https://doi.org/10.1542/9781581105421-part02-ch13>.
24. Lawlor PG, Gardiner GE, Lawlor PG. Nutrition and Management Strategies in Suckling Pigs To Improve Post-Weaning Outcomes 2023. <https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202305.1092.V1>.
25. Ferreira A, Barbosa F, Tokach M, Santos M. Spray Dried Plasma for Pigs Weaned at Different Ages. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*. 2012. 1:231-5. <https://doi.org/10.2174/2212798410901030231>.
26. Mavromichalis I. Applied nutrition for young pigs. 2006.
27. Støy ACF, Sangild PT, Skovgaard K, Thymann T, Bjerre M, Chatterton DEW, Purup S, Boye M, Heegaard PMH. Spray dried, pasteurised bovine colostrum protects against gut dysfunction and inflammation in Preterm Pigs. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 2016. 63:280-7. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001056>.
28. Obelitz-Ryom K, Bering SB, Overgaard SH, Eskildsen SF, Ringgaard S, Olesen JL, Skovgaard K, Pankratova S, Wang B, Brunse A, Heckmann AB, Rydal MP, Sangild PT, Thymann T. Bovine milk oligosaccharides with sialyllactose improves cognition in preterm pigs. *Nutrients*. 2019. 11. <https://doi.org/10.3390/NU11061335>.

29. Jang KB, Kim SW. Role of milk carbohydrates in intestinal health of nursery pigs: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 2022 13:1. 2022. 13:1-14. <https://doi.org/10.1186/S40104-021-00650-7>.
30. Hansen RG. Milk in Human Nutrition. 1974. 281-308 p. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-436703-6.50013-2>.
31. Diver A, Oswaldo BM. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*. 2005. 2:38-42.
32. van der Peet-Schwering CMC, Verschuren LMG, Hedemann MS, Binnendijk GP, Jansman AJM. Birth weight affects body protein retention but not nitrogen efficiency in the later life of pigs. *Journal of Animal Science*. 2020. 98:1-13. <https://doi.org/10.1093/JAS/SKAA180>.
33. Cieza J. Evaluación De Una Dieta De Preinicio En Lechones Durante La Lactancia Y Su Efecto En El Post Destete. Universidad Nacional de Cajamarca. 2017.
34. Garcilazo MG, Alder M. Guía práctica para la producción porcina. Manejo del servicio. Vol. 1. Argentina: 2018. 24 p.
35. Carrero H. Manual De Producción Porcicola. Vol. 53. 2005. 1-114 p.
36. Serfi. Delac® Dulce s. f. <https://serfi.pe/producto/delac-dulce/>.
37. Vodolazska D, Feyera T, Foldager L, Lauridsen C. The influence of supplementary feeding during suckling and later weaning on growth performance, incidences of post-weaning diarrhoea and immunity of piglets. *Livestock Science*. 2023. 276:105321. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2023.105321>.
38. Kim B-O, Do S, Jeong J-H, Jang J-C, Kim Y-Y. Effect of various levels of milk by-products on growth performance, blood profiles, and intestinal morphology of weaned pigs. *Journal of Animal Science and Technology*. 2025. 67:342. <https://doi.org/10.5187/JAST.2024.E32>.
39. Dunshea FR, Kerton DJ, Eason PJ, King RH. Supplemental skim milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1999. 50:1165-70. <https://doi.org/10.1071/AR98180>.

40. Yen JT, Wells JE, Miller DN. Dried skim milk as a replacement for soybean meal in growing-finishing diets: Effects on growth performance, apparent total-tract nitrogen digestibility, urinary and fecal nitrogen excretion, and carcass traits in pigs. *Journal of Animal Science*. 2004. 82:3338-45. <https://doi.org/10.2527/2004.82113338X>.
41. Chanam R, Kalita G, Goswami R, Das H, Das B. Comparative Study on Performance of Young Pigs Fed with Diet Containing Skimmed Milk and Milk Replacer during Pre and Post Weaning Periods. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2022. <https://doi.org/10.18805/AJDFR.DR-1888>.
42. Danielson DM, Poe Jr, ER, Hudman DB. Ratios of Dried Skim Milk and Dried Whey for Pig Starter Rations. *Department of Animal Science: Faculty Publications*. 1960.
43. Zijlstra RT, Whang KY, Easter RA, Odle J. Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. *Journal of Animal Science*. 1996. 74:2948-59. <https://doi.org/10.2527/1996.74122948X>.
44. Ahlborn NG, Montoya CA, Roy D, Roy NC, Stroebinger N, Ye A, Samuelsson LM, Moughan PJ, McNabb WC. Differences in small intestinal apparent amino acid digestibility of raw bovine, caprine, and ovine milk are explained by gastric amino acid retention in piglets as an infant model. *Frontiers in Nutrition*. 2023. 10:1226638. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2023.1226638/BIBTEX>.
45. Hines E, Briggs NG. Considerations for Protein Alternatives in Swine. *PennState Extension*. 2021.
46. Augenstein ML, Johnston LJ, Shurson GC, Hawton JD, Pettigrew JE. Formulating farm-specific swine diets 1994.
47. Quander-Stoll N, Holinger M, Früh B, Zollitsch W, Leiber F. Comparison of different piglet diets in organic agriculture using milk powder, enriched lysine, conventional potato protein or high soybean cake content. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2021. 36:245-54. <https://doi.org/10.1017/S1742170520000253>.

48. Kim H, Lee SH, Kim BG. Effects of dietary spray-dried plasma protein on nutrient digestibility and growth performance in nursery pigs. *Journal of Animal Science*. 2022. 100. <https://doi.org/10.1093/JAS/SKAB351>.
49. Yoo SH, Hong JS, Yoo HB, Han TH, Jeong JH, Kim YY. Influence of various levels of milk by-products in weaner diets on growth performance, blood urea nitrogen, diarrhea incidence, and pork quality of weaning to finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2017. 31:696. <https://doi.org/10.5713/AJAS.16.0840>.
50. Braude R, Newport MJ, Porter JWG. Artificial rearing of pigs: 3.* The effect of heat treatment on the nutritive value of spray-dried whole-milk powder for the baby pig. *British Journal of Nutrition*. 1971. 25:113-25.
51. Dunshea FR, Kerton DJ, Eason PJ, King RH. Supplemental fermented milk increases growth performance of early-weaned pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2000. 13:511-5.
52. Chanam R, Kalita G, Goswami R, Das H, Das B. Comparative Study on Performance of Young Pigs Fed with Diet Containing Skimmed Milk and Milk Replacer during Pre and Post Weaning Periods. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2022. <https://doi.org/10.18805/AJDFR.DR-1888>.
53. Kim B-O, Do S, Jeong J-H, Jang J-C, Kim Y-Y. Effect of various levels of milk by-products on growth performance, blood profiles, and intestinal morphology of weaned pigs. *Journal of Animal Science and Technology*. 2025. 67:342. <https://doi.org/10.5187/JAST.2024.E32>.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico

Análisis estadístico para el peso vivo

1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los pesos semanales

Pruebas de normalidad				
	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Residuo para Sem_0	Control	,981	6	,958
	Tratamiento	,922	6	,516
Residuo para Sem_1	Control	,914	6	,464
	Tratamiento	,955	6	,784
Residuo para Sem_2	Control	,983	6	,965
	Tratamiento	,925	6	,539
Residuo para Sem_3	Control	,978	6	,939
	Tratamiento	,939	6	,647
Residuo para Sem_4	Control	,954	6	,772
	Tratamiento	,873	6	,240
Residuo para Sem_5	Control	,814	6	,078
	Tratamiento	,920	6	,506
Residuo para Sem_6	Control	,860	6	,190
	Tratamiento	,974	6	,917
Residuo para Sem_7	Control	,946	6	,708
	Tratamiento	,842	6	,135

2. Prueba de ANOVA de medidas repetidas para el peso de los cerdos por grupo durante 7 semanas.

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Peso

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Semana	,000	63,928	27	,000	,399	,624	,143

a. Diseño : Intersección + Grupo

Diseño intra-sujetos: Semana

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Prueba de efectos intra sujetos

Medida: Peso

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Semana	Greenhouse-Geisser	8612,288	2,792	3084,783	1627,673	,000
Semana * Grupo	Greenhouse-Geisser	59,490	2,792	21,308	11,243	,000
Error (Semana)	Greenhouse-Geisser	52,912	27,919	1,895		

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: Peso

Variable transformada: Media

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Potencia observada ^a
Intersección	48151,042	1	48151,042	4292,238	,000	1,000
Grupo	228,167	1	228,167	20,339	,001	,981
Error	112,182	10	11,218			

a. Se ha calculado utilizando alpha = .05

3. Prueba de t de Student para el peso de los cerdos por grupo durante cada semana de estudio.

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Sem_0	Se asumen varianzas iguales	,326	,581	1,548	10	,153
Sem_1	Se asumen varianzas iguales	,239	,635	2,175	10	,055
Sem_2	Se asumen varianzas iguales	2,701	,131	3,122	10	,011
Sem_3	Se asumen varianzas iguales	,035	,856	2,697	10	,022
Sem_4	Se asumen varianzas iguales	,205	,661	4,214	10	,002
Sem_5	Se asumen varianzas iguales	,007	,933	4,062	10	,002
Sem_6	Se asumen varianzas iguales	1,944	,193	4,992	10	,001
Sem_7	Se asumen varianzas iguales	1,943	,194	5,933	10	,000

4. Prueba de t para pesos vivos por etapa (inicio y crecimiento)

Pruebas de normalidad						
		Shapiro-Wilk				
Grupo						
Peso_Inicio	Control	,981	6	,957		
	Tratamiento	,962	6	,837		
Peso_crecimiento	Control	,800	6	,059		
	Tratamiento	,866	6	,213		

Estadísticas de grupo					
Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Peso_Inicio Tratamiento	6	14,97	1,24	,50553	
Control	6	13,17	1,12	,45696	

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Peso_Inicio	Se asumen varianzas iguales	,004	,950	2,641	10	,025
	No se asumen varianzas iguales			2,641	9,900	,025

Estadísticas de grupo					
Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Peso_crecimiento Tratamiento	6	32,90	1,18	,48008	
Control	6	28,54	1,41	,57666	

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Peso_crecimiento	Se asumen varianzas iguales	,884	,369	5,820	10	,000
	No se asumen varianzas iguales			5,820	9,682	,000

Análisis estadístico para la ganancia de peso

1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la ganancia de peso semanal

Pruebas de normalidad

		Shapiro-Wilk		
Grupo				
Residuo para Sem_1	Control	,914	6	,466
	Tratamiento	,976	6	,932
Residuo para Sem_2	Control	,961	6	,830
	Tratamiento	,934	6	,611
Residuo para Sem_3	Control	,880	6	,267
	Tratamiento	,764	6	,057
Residuo para Sem_4	Control	,926	6	,546
	Tratamiento	,914	6	,464
Residuo para Sem_5	Control	,953	6	,762
	Tratamiento	,942	6	,675
Residuo para Sem_6	Control	,808	6	,070
	Tratamiento	,777	6	,056
Residuo para Sem_7	Control	,964	6	,850
	Tratamiento	,900	6	,375

5. Prueba de ANOVA de medidas repetidas para la ganancia de peso de los cerdos por grupo durante 7 semanas.

Prueba de esfericidad de Mauchly^a

Medida: Ganancia_peso

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Aprox. Chi-cuadrado	gl	Sig.	Épsilon ^b		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite inferior
Semana	,042	24,570	20	,254	,500	,810	,167

Prueba la hipótesis nula de que la matriz de covarianzas de error de las variables dependientes con transformación ortonormalizada es proporcional a una matriz de identidad.

a. Diseño : Intersección + Grupo

Diseño intra-sujetos: Semana

b. Se puede utilizar para ajustar los grados de libertad para las pruebas promedio de significación. Las pruebas corregidas se visualizan en la tabla de pruebas de efectos intra-sujetos.

Pruebas de efectos intra-sujetos

Medida: Ganancia_peso

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Semana	Esfericidad asumida	89,736	6	14,956	18,296	,000
Semana *	Esfericidad asumida	6,385	6	1,064	1,302	,270
Grupo	Esfericidad asumida					
Error(Semana)	Esfericidad asumida	49,048	60	,817		

Pruebas de efectos inter-sujetos

Medida: Ganancia_peso

Variable transformada: Media

Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección		1324,869	1	1324,869	5979,420	,000
Grupo		11,147	1	11,147	50,309	,000
Error		2,216	10	,222		

6. Prueba t de Student para la ganancia de peso total de los cerdos por grupo

Pruebas de normalidad						
Grupo		Shapiro-Wilk				
Gain_total	Control	,902	6	,383		
	Tratamiento	,906	6	,413		

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Gain_total	Se asumen varianzas iguales	,085	,776	7,084	10	,000

7. Prueba t de Student para la ganancia de peso de los cerdos por etapa

Pruebas de normalidad						
Grupo		Shapiro-Wilk				
Gain_inicio	Control	,927	6	,556		
	Tratamiento	,863	6	,198		
Gain_crecim	Control	,949	6	,731		
	Tratamiento	,939	6	,654		

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Gain_inicio	Se asumen varianzas iguales	1,495	,249	1,812	10	,100
Gain_crecim	Se asumen varianzas iguales	1,775	,212	3,819	10	,003

Análisis estadístico para la el consumo de alimento

1. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Pruebas de normalidad ^a				
		Shapiro-Wilk		
Grupo				
Consumo_diario	Control	,986	7	,984
	Tratamiento	,935	7	,598

a. Semana = 1,00

Se realizó la prueba de normalidad para el consumo diario de alimento por cada una de las 7 semanas del estudio.

2. Prueba de t de student para el consumo diario entre grupos por cada semana

Prueba de muestras independientes ^a						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	1,199	,295	,687	12	,505
	No se asumen varianzas iguales			,687	10,819	,507

a. Semana = 1,00

Prueba de muestras independientes ^a						
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	,050	,827	1,724	12	,110
	No se asumen varianzas iguales			1,724	11,148	,112

a. Semana = 2,00

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	,003	,960	5,603	12	,000
	No se asumen varianzas iguales			5,603	11,837	,000

a. Semana = 3,00

Se aplicó igualmente la prueba de t para las semanas 4 a 6.

3. Prueba de U de Mann-Whitney para el consumo diario entre grupos en la semana 7

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Consumo_diario es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,001 ^c	Rechace la hipótesis nula.

a. El nivel de significación es de ,050.

b. Se muestra la significancia asintótica.

c. Se muestra la significación exacta para esta prueba.

4. Prueba de t de Student para el consumo diario total entre grupos

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	5,192	,025	3,952	96	,000
	No se asumen varianzas iguales			3,952	86,135	,000

5. Prueba de t de Student para el consumo diario entre grupos por etapa

Pruebas de normalidad^a

		Shapiro-Wilk		
		Grupo		
Consumo_diario	Control	,939	21	,207
	Tratamiento	,919	21	,081

a. Etapa = Inicio

Pruebas de normalidad^a

		Shapiro-Wilk		
		Grupo		
Consumo_diario	Control	,973	28	,661
	Tratamiento	,948	28	,177

a. Etapa = Crecimiento

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	3,277	,078	1,982	40	,054
	No se asumen varianzas iguales			1,982	36,008	,055

a. Etapa = Inicio

Prueba de muestras independientes^a

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Consumo_diario	Se asumen varianzas iguales	1,317	,256	8,090	54	,000
	No se asumen varianzas iguales			8,090	51,874	,000

a. Etapa = Crecimiento

Anexo 2. Análisis proximal bromatológico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA AV. ATAHUALPA N° 1050 - EDIFICIO 2A - 204 - CELULAR N° 993066941

INFORME DEL ANÁLISIS PROXIMAL: BROMATOLÓGICO (AÑO 2024)

SOLICITANTE: DIANA JENIFFER LLANOS LUJÁN, TESISISTA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA - UNC

PRODUCTO: CONCENTRADO COMERCIAL PARA CERDOS (ETAPA INICIO), CONCENTRADO PARA CERDOS (ETAPA INICIO) + 30% DE LECHE EN POLVO (MARCA DELAC) - (DENOMINACIÓN RESPONSABILIDAD DEL CLIENTE)

PROCEDENCIA: DISTRITO, PROVINCIA, REGIÓN CAJAMARCA - PERÚ

PRESENTACIÓN: 02 BOLSAS PLÁSTICAS TRANSPARENTES CONTENIENDO LAS MUESTRAS A ANALIZAR

CÓDIGO DE REGISTRO SANITARIO : SIN REGISTRO

FECHA DE PRODUCCIÓN :

FECHA DE VENCIMIENTO :

RESPONSABLE DEL MUESTREO: LA SOLICITANTE, MUESTRAS PROPORCIONADAS POR LA CLIENTE.

TAMAÑO O N° DE LOTE :

FECHA DE RECEPCIÓN EN LABORATORIO : 27/11/2024

FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS : 28/11/2024

FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ANÁLISIS : 04/12/2024

EXÁMEN SOLICITADO: BROMATOLÓGICO - MÉTODO OFICIAL DE ANÁLISIS "ASSOCIATION of OFFICIAL ANALITICAL CHEMIST - AOAC - 1997"

RESULTADOS: EXÁMEN FÍSICO QUÍMICO (BASE SECA)

PARÁMETROS EVALUADOS (%)	CONCENTRADO COMERCIAL PARA CERDOS (ETAPA INICIO)	CONCENTRADO COMERCIAL PARA CERDOS + 30% DE LECHE EN POLVO
	TTO CONTROL	TTO ETAPA INICIO
MATERIA SECA	91.01	90.00
PROTEÍNA BRUTA	17.88	20.10
EXTRACTO ETÉREO (GRASA BRUTA)	4.93	6.67
FIBRA BRUTA	4.53	4.58
CENIZAS (MINERALES TOTALES)	6.10	6.14
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	66.56	62.51
ENERGÍA BRUTA (Kcal / Kg.)	4424.09	4546.51



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE ALIMENTOS

Ing. Abg. Jorgelina Alcantara Mendez
RESPONSABLE DE LABORATORIO